

Poldi-kalapács
Dr. Kausay Tibor
2020. június


Gyémánt

A *Poldi*-kalapács egy hordozható keménységmérési eszköz, amellyel az acél, bronz, alumínium, réz, sárgaréz és öntöttvas (szürke- és kéregöntvények), tehát a fémek *Brinell*-keménységének közelítő értékét lehet meghatározni,

- **ha a vizsgált elem tömege ≥ 5 kg;**
- **ha a 70 kp/mm^2 = 686,5 N/mm^2 névleges szakítószilárdságú (ténylegesen 65-75 kp/mm^2 = 637,5-735,5 N/mm^2 szakítószilárdságú), névlegesen $HB_{etalon\text{-}névleges}$ = 197 kp/mm^2 *Brinell*-keménységű (ténylegesen 0,928×197 = 183 és 1,071×197 = 211 közötti HB_{etalon} *Brinell*-keménységű) etalon acélrúdon keletkezett benyomódás átmérője ≤ 4,5 mm;**
- **ha a benyomódások középpontjának egymástól való távolsága az etalon acélrúdon ≥ 15 mm.**

A *Poldi*-kalapácsot beépített fémszerkezetek vagy telepített laboratóriumi berendezésekbe nagy méretük folytán be nem helyezhető fémpróbatestek *Brinell*-keménységének vizsgálatára használjuk.

A következőkben elsősorban az acél anyagok, mint szerkezeti elemek *Poldi*-kalapácsos keménységmérésével foglalkozunk.



A Poldi-kalapács nevét a Prága melletti Kladno városban működő, *Hut Poldi* elnevezésű cseh acélmű neve után kapta, ahol 1890-1900 között fejlesztették ki.

Hut = kohó

A *Hut Poldi* acélművet

Karl Wittgenstein

(1847-1913)

alapította 1889-ben,

és a kohászati üzemnek felesége, *Leopoldine Kallmus* asszony (tehetséges zongoraművésznő) becenevét adta.

Poldi-kalapács



Poldi-kalapács fémek keménységének mérésére

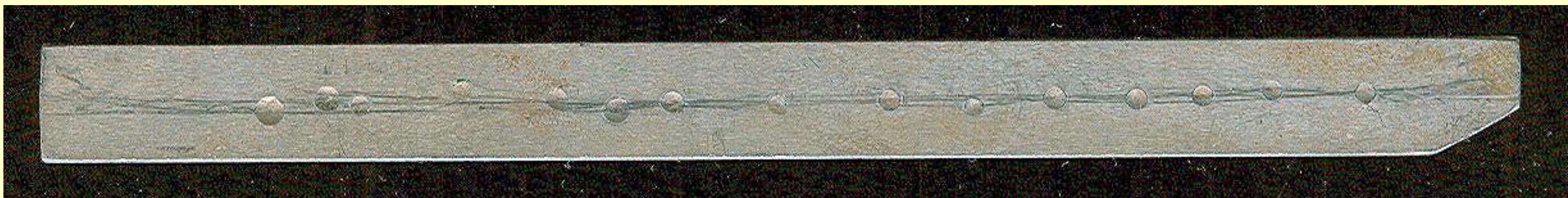




Poldi-kalapács fémek keménységének mérésére



Ütésnyomok a Poldi-kalapáccsal vizsgált próbatesten



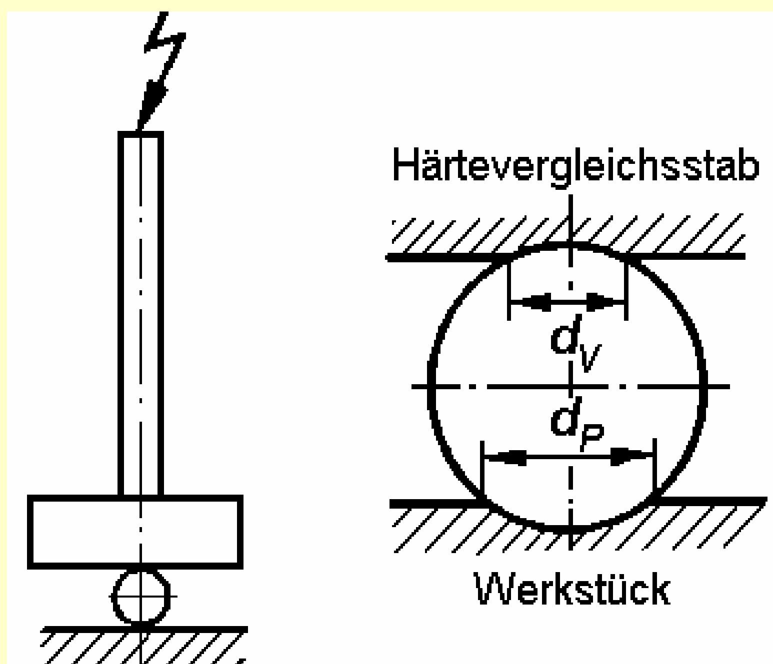
A *Poldi*-kalapács acéletalonja (*Poldi-has*áb) ütésnyomokkal



„α” az etalon rúd névleges *Brinell*-keménységének kalibrációs szorzója (kalibrációs korrekciós tényező) a *Poldi*-hasáb (etalon) véglapján



Felül az etalon rúd (Härtevergleichsstab)

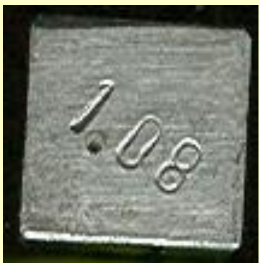


Alul a vizsgált próbatest (Werkstück)

Poldi-kalapács

HB_p = a próbatest Brinell keménysége
HB_v = az etalon rúd Brinell keménysége
D = a golyó átmérője
A méretek mm-ben értendők.

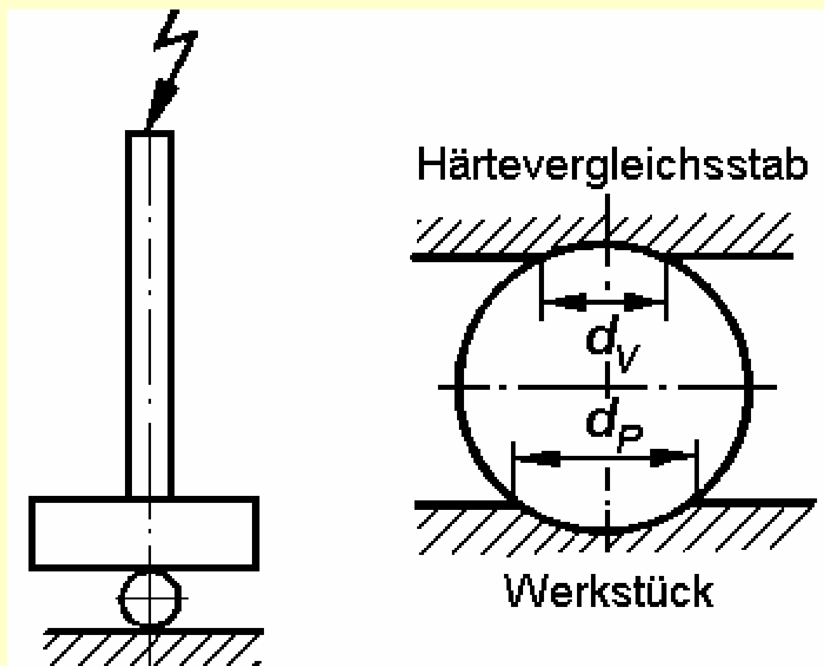
A ***Poldi*-kalapács** a fémek, így például az ötvözetlen vagy kevéssé ötvözött, 20 mm-nél vastagabb, legalább 5 kg tömegű acélok *Brinell*-keménységének becslésére alkalmas hordozható eszköz, amelynek tartozéka az ismert *Brinell*-keménységű etalon acélrúd (hasáb).



α szorzó (korrekciós tényező) a *Poldi*-hasáb (etalon) véglapján



Felül az etalon rúd (Härtevergleichsstab)



Alul a vizsgált próbatest (Werkstück)

Poldi-kalapács

HB_p = a próbatest Brinell keménysége
HB_v = az etalon rúd Brinell keménysége
D = a golyó átmérője
A méretek mm-ben érten...

A ***Poldi*-kalapác**... z ötvözetlen... mm-né... kg tömegű a... ségének becslésére alk... zható eszköz, amelynek tart... az ismert *Brinell*-keménységű etalon rúd (hasáb).

A továbbiakban használt jelölések:
d_v helyett d_{etalon}, HB_v helyett HB_{etalon},
d_p helyett $d_{fém}$, HB_p helyett HB_{Poldi}

A *Poldi*-keménység főképp az ütés *dinamikus* volta folytán tér el a *Brinell*-keménységtől, amely utóbbi mérése során az erőátadás *statikus*.

A *Poldi*-keménység kiszámításához szükséges összefüggés felírásához idézzük fel a *Brinell*-keménység fogalmát és számításának összefüggését a http://www.betonopus.hu/szakmernoki/176-kemenyseg.pdf dolgozatból:

A *Brinell*-keménység (HB) értéke az *F* terhelőerő [kp] és a benyomódás gömbsüvege A_s felszínének [mm^2] hányadosa, mértékrgysége kp/mm^2:

$$HB = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{D \cdot \pi \cdot h} = \frac{2 \cdot F}{D \cdot \pi \cdot \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

mert a *Pitagorasz*-tétel alkalmazásával felírhatjuk, hogy:

$$h = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)$$

A STATIKUS ÉS DINAMIKUS VIZSGÁLAT KÜLÖNBSÉGE

- Ha az anyag igénybevételét folyamatosan növeljük egészen a tönkremenetelig, akkor statikus vizsgálatot végzünk. Ebben az esetben 1 százalék alakváltozás 1-10 s alatt megy végbe.
- Ha a szerkezeti anyagot ütésszerű dinamikus hatásnak tesszük ki, akkor dinamikus vizsgálatokról beszélünk. Ekkor az anyag 1 százalékos alakváltozáshoz (10^{-2})-(10^{-6}) s kell.

Forrás: Dr. Gácsi Zoltán: Fémtan II.

http://www.matsci.uni-miskolc.hu/new/files/jegyzetek/femtan2/Femtan_II.pdf

Ha feltételezzük, **hogy a *D* átmérőjű acélgolyóval rendelkező *Poldi-kalapács*ra mért egyazon ütés következtében a *Poldi-kalapács* etalon acélrúdjában keletkezett benyomódási mélység (h_{etalon}) és a vizsgált fémben (például acélban) keletkezett benyomódási mélység ($h_{fém}$) hányadosa ($h_{etalon}/h_{fém}$) *fordított arányban áll* a *Poldi-kalapács* etalon rúdja (számításba veendő) *Brinell*-keménységének (HB_{etalon}) és a vizsgált fém *Brinell*-keménységének (HB_{Poldi}) hányadosával (HB_{etalon}/HB_{Poldi}), akkor az előző diakocka $h = f_{(D,d)}$ egyenlete alapján felírhatjuk, hogy:**

$$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{HB_{\text{etalon}}} = \frac{h_{\text{etalon}}}{h_{\text{fém}}} = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}} = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{d_{\text{etalon}}^2}{D^2}}}{1 - \sqrt{1 - \frac{d_{\text{fém}}^2}{D^2}}} = \kappa_{\text{Poldi,dinamikus}} ,$$

amelyből – a statikus *Brinell*- és a dinamikus *Poldi*-féle keménységvizsgálati erők maradó alakváltozásra gyakorolt dinamikai hatásának eltérő voltát *figyelembe nem véve* – a vizsgált fém (például acél) *Poldi-kalapáccsal* meghatározott *Brinell*-keménysége, ahogy a szabványokban és általában az irodalomban áll:

$$HB_{Poldi} = HB_{etalon} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{etalon}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{fém}^2}} ,$$

illetve utalva az eltérő dinamikai hatások következtében megváltozó maradó alakváltozások arányára:

$$HB_{Poldi,dinamikus} = HB_{etalon,statikus} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{etalon,dinamikus}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{fém,dinamikus}^2}}$$

Megjegyzés: A golyónyom átmérőjének mérésekor a maradó alakváltozást (hosszváltozást) mérjük.

A *Poldi*-keménység számításának összefüggése a közleményekben, világhálón található oldalakon a fentiektől eltérő is lehet, amelyek közelítő,

A $\frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$ hányados a $\frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$ összefüggésben szereplő $\sqrt{D^2 - d^2}$ kifejezések *Taylor*-sorba fejtésének eredményeként kapott közelítő összefüggés.

$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$	A *Taylor*-sorba fejtés *dr. Gillemot László* professzor könyvének (1972) 290. oldalán – más jelölésekkel – megtalálható. A könyvben nincs irodalomjegyzék.

esetleg hibás HB_{Poldi} *Brinell*-keménység értékekre vezethetnek.

Hibás összefüggések, például:	
$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{\sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{\sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$	$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}$
Vigyázat: $\frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}} \neq \frac{\sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{\sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$	és $\sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2} \neq \sqrt{D^2}$ - $\sqrt{d_{\text{etalon}}^2}$

A vizsgált fém (például acél) *Poldi*-kalapáccsal meghatározott *Brinell*-keménységének (HB_{Poldi}) névleges értékét ($HB_{Poldi-névleges}$) a *Poldi-kalapács* etalon rúdjában keletkezett benyomódás átmérőjéből (d_{etalon}) és a vizsgált fémben (például acélban) keletkezett benyomódás átmérőjéből ($d_{fém}$) általában a *Poldi*-kalapácshoz tartozó táblázatokból olvassuk ki.

Az etalon acélrúdnak a táblázatokban szereplő, a különböző fémek vizsgálata esetén számításba veendő névleges statikus *Brinell*-keménysége ($HB_{etalon-névl,statikus}$) a következő:

Vizsgált fém	$HB_{etalon-névl,statikus}$, kp/mm^2
Nemesített, edzett, illetve edzett és megeresztett acélok	197
Természetes állapotú és megeresztett acélok	197
Öntöttvas, szürke öntvény	203
Öntött sárgaréz	204
Hengerelt sárgaréz	204
Hengerelt réz	204
10-20% óntartalmú bronzöntvények	176
Ötvözött alumíniumöntvények	?

A *Poldi*-kalapács készletek csak egy etalon acélrudat tartalmaznak!

Ennek névleges húzószilárdsága 70 kp/mm^2 ~ ~ 686,5 N mm^2 és *Brinell*-keménysége 197 kp/mm^2 (~ 1932 N/mm^2).

A *Poldi*-kalapácshoz tartozó táblázatból vett névleges *Brinell*-keménységet ($HB_{\text{Poldi-névleges}}$) a kalibrált etalon acélrúd véglapjába ütött – a *Poldi*-kalapács táblázatához tartozó etalon rúd keménységét pontosító – α szorzószám (kalibrálási tényező, $\alpha = HB_{\text{etalon}}/HB_{\text{etalon−névleges}}$, azaz az etalon rúd tényleges és a táblázatban szereplő névleges *Brinell*-keménységének hányadosa) értékével meg kell szorozni:

$$HB_{\text{Poldi}} = \alpha \times HB_{\text{Poldi−névleges}} =$$

$$= HB_{\text{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}} =$$

$$= \alpha \times HB_{\text{etalon−névleges}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$$

A *Poldi*-kalapácsokhoz ma mellékelt műszergyári használati útmutatókban található *táblázatok nem újkeletűek*, az általunk ismert egykori BN 4053-01:1967 lengyel ipari szabványban és a régi magyar MSZ-05- 83.2100:1981 ágazati szabványban ugyanazok a számértékek találhatók, mint amelyeket ma a műszergyártók (például: Strojírny Poldi, Kladno) szerepeltetnek a táblázataikban.

		Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück																					
		1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
Kugelein-druck-Durchmesser in mm im Vergleichs-stab (Stahl 70 kg/mm^2 Festigkeit)	1,6	70 197	58 182	48 134	40 112																		
	1,7	81 227	70 197	58 164	49 137	41 116	35 98																
	1,8	92 258	80 225	70 197	59 166	50 140	42 119	36 101															
	1,9	104 292	91 255	79 223	70 197	59 167	50 142	43 122	37 105														
	2	116 327	102 286	89 251	79 222	70 197	60 169	51 145	44 125	38 108													
	2,1	130 365	113 319	99 280	88 248	78 221	70 197	60 170	52 147	45 127	39 111	34 97											
	2,2		126 354	111 311	98 276	87 245	78 220	70 197	61 171	53 149	46 130	40 114	35 100										
	2,3			122 344	108 305	97 272	86 243	78 219	70 197	61 172	53 150	47 132	41 117	36 103									
	2,4				119 336	106 299	95 268	86 241	77 218	70 197	61 173	54 152	47 134	42 119	37 106								
	2,5					117 328	104 294	94 264	85 239	77 217	70 197	62 174	55 154	48 136	43 121	38 108	34 97						

Fekete szám: A vizsgált anyag húzószilárdsága, kp/mm^2

Piros szám: A vizsgált anyag *Brinell*-keménysége, kp/mm^2

E táblázat a természetes állapotú és megeresztett (izzítás után lassan lehűtött) acélok (Stähle im Natur- und geglühten Zustand) *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménységének meghatározásához ma forgalmazott *Poldi*-táblázat részlete.

A *Poldi*-kalapácsokhoz ma mellékelt műszergyári használati útmutatókban található *táblázatok nem újkeletűek*, az általunk ismert egykori BN 4053-01:1967 lengyel ipari szabványban és a régi magyar MSZ-05- 83.2100:1981 ágazati *szabványban ugyanazok a számértékek találhatók, mint amelyeket ma a műszergyártók szerepeltetnek a táblázataikban*.

		Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück																					
		1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
Kugeleindruck-Durchmesser in mm im Vergleichsstab (Stahl 70 kg/mm^2 Festigkeit)	1,6	70 / 197	58 / 182	48 / 134	40 / 112																		
	1,7	81 / 227	70 / 197	58 / 164	49 / 137	41 / 116	35 / 98																
	1,8	92 / 258	80 / 225	70 / 197	59 / 166	50 / 140	42 / 119	36 / 101															
	1,9	104 / 292	91 / 255	79 / 223	70 / 197	59 / 167	50 / 142	43 / 122	37 / 105														
	2	116 / 327	102 / 286	89 / 251	79 / 222	70 / 197	60 / 169	51 / 145	44 / 125	38 / 108													
	2,1	130 / 365	113 / 319	99 / 280	88 / 248	78 / 221	70 / 197	60 / 170	52 / 147	45 / 127	39 / 111	34 / 97											
	2,2		126 / 354	111 / 311	98 / 276	87 / 245	78 / 220	70 / 197	61 / 171	53 / 149	46 / 130	40 / 114	35 / 100										
	2,3			122 / 344	108 / 305	97 / 272	86 / 243	78 / 219	70 / 197	61 / 172	53 / 150	47 / 132	41 / 117	36 / 103									
	2,4				119 / 336	106 / 299	95 / 268	86 / 241	77 / 218	70 / 197	61 / 173	54 / 152	47 / 134	42 / 119	37 / 106								
	2,5					117 / 328	104 / 294	94 / 264	85 / 239	77 / 217	70 / 197	62 / 174	55 / 154	48 / 136	43 / 121	38 / 108	34 / 97						

Fekete szám: A vizsgált anyag húzószilárdsága, kp/mm^2

Piros szám: A vizsgált anyag Brinell-keménysége, kp/mm^2

A 182 sajtóhiba, helyesen: 162
(Lásd: MSZ-05 83.2100:1981)

E táblázat a természetes állapotú és megeresztett (izzítás után lassan lehűtött) acélok (Stähle im Natur- und geglühten Zustand) *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménységének meghatározásához ma forgalmazott *Poldi*-táblázat (Strojírny Poldi – BAQ) részlete

Az MSZ-05 83.2100:1981 szabványt 1995. május 1-jén visszavonták (elődje az MSZ-05 83.2100:1972 szabvány volt)

MSZ-05
83.2100-81

MSZ-05
83.2100-72
helyett

C 09

FÉMEK, ÖTVÖZETEK
SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATOK

Keménységmérés
Poldi-kalapáccsal

INISZTÉRIUM
ÉS GÉPIPARI
TI SZABVÁNY

E szabvány tárgya a vas és a nemvasfémek, valamint ezek ötvözeteiből készült anyagok – összehasonlító elven alapuló – Poldi-féle keménységmérésre alkalmas kézi eszközzel, a Poldi-kalapáccsal végzett, tájékoztató jellegű dinamikus vizsgálat.

A kézi keménységmérő legfeljebb 400 HB keménységű anyagok vizsgálatára alkalmas.

1. A VIZSGÁLAT ELVE

A kézi keménységmérőben elhelyezett, ismert keménységű Poldi-hasábba és a próbatestbe a D átmérőjű nyomótest (röviden golyó) – ütés következtében – egyidejűleg nyomódik. A Poldi-hasábon és a próbatesten keletkezett golyóbenyomódások átmérőinek viszonyából kiszámítható a próbatest keménysége:

$$HB = HB_n \cdot \frac{D - \sqrt{D^2 - d_1^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_x^2}}$$

A *Poldi*-kalapácsokhoz ma mellékelt gyári használati útmutatókban található *táblázatok nem újkeletűek*, az azokban található számértékek megegyeznek a régi magyar MSZ-05 83.2100:1981 szabványban szereplő számértékekkel. Tessék szíves összehasonlítani.

MSZ-05 83.2100-81

MSZ-05 83.2100-72 helyett

C 09

FÉMEK, ÖTVÖZETEK SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATOK

Keménységmérés Poldi-kalapáccsal

IPARI MINISZTÉRIUM

KOHÓ- ÉS GÉPIPARI ÁGAZATI SZABVÁNY

M2. melléklet. Természetes állapotú és megeresztett acélok *Brinell*-keménység értékei (kp/mm²)

A golyónyom átmérője a Poldi-hasábon	A golyónyom átmérője a próbatesten																
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
1,6	197	162	134	112													
1,7	227	197	164	137	116	98											
1,8	258	225	197	166	140	119	101										
1,9	292	255	223	197	167	142	122	105									
2,0	327	286	251	222	197	169	145	125	108								
2,1	365	319	280	248	221	197	170	147	127	111	97						
2,2		351	311	276	245	220	197	171	149	130	114	100					
2,3			344	305	272	243	219	197	172	150	132	117	103				
2,4				336	299	268	241	218	197	173	152	134	119	106			
2,5					328	294	264	239	217	197	174	154	136	121	108	97	
2,6					358	321	289	261	237	216	197	175	155	138	123	110	99
2,7						349	314	285	259	236	215	197	176	156	140	125	113
2,8							344	309	281	256	234	215	197	177	158	142	128
2,9								335	301	277	254	233	214	197	177	159	144
3,0								361	328	299	274	252	232	214	197	178	160
3,1									353	322	295	271	250	231	213	197	178
3,2										345	317	292	268	248	229	212	197
3,3											339	312	287	266	246	223	212
3,4											363	334	308	285	263	241	227
3,5												356	328	303	281	261	243
3,6													350	323	299	278	259
3,7														343	318	296	275
3,8														365	338	314	292

E közkézen forgó táblázat is azonos az MSZ-05 83.2100:1981 szabvány M2. táblázatával (annak másolata)

α — Szorzószám: a Poldi-hasáb véglapján feltüntetett szám, amellyel a táblázatból vett értéket meg kell szorozni a Brinell-keménység pontosítására.

A Poldi-hasáb keménysége 182-217 HB, ideális esetben 197 HB 5/750/20[1] lehet. → α = 1

Pl: (α·113) POLDI HB α = 1 → 113 POLDI HB.
szakitószilárdság: ~3,5 · 113 = 395 N/mm²

Természetes állapotú és megeresztett acélok
Brinell keménység-értékei

5 mm nem a *Poldi*-kalapács golyójának, hanem a *Brinell*-készülék golyójának átmérője

Az ebből a táblázatból leolvasott *Poldi*-kalapácsos HB_{Poldi} *Brinell*-keménység értékek mértékegysége kp/mm².

A golyónyom átmérője a próbatesten ($d_{fém}$) — sorok: A golyónyom átmérője a Poldi-hasábon (d_{etalon})

	[illegible]	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
1,6	197	162	134	112													
1,7	[illegible]	197	164	137	116	98											
1,8	258	225	197	166	140	119	101										
1,9	292	255	223	197	167	142	122	105									
2,0	327	286	251	222	197	169	145	125	108								
2,1	365	319	280	248	221	197	170	147	127	111	97						
2,2		351	311	276	245	220	197	171	149	130	114	100					
2,3			344	305	272	243	219	197	172	150	132	117	103				
2,4				336	299	268	241	218	197	173	152	134	119	106			
2,5					328	294	264	239	217	197	174	154	136	121	108	97	
2,6					358	321	289	261	237	216	197	175	155	138	123	110	99
2,7						349	314	285	259	236	215	197	176	156	140	125	113
2,8							344	309	281	256	234	215	197	177	158	142	128
2,9								335	301	277	254	233	214	197	177	159	144
3,0								361	328	299	274	252	232	214	197	178	160
3,1									353	322	295	271	250	231	213	197	178
3,2										345	317	292	268	248	229	212	197
3,3											339	312	287	266	246	223	212
3,4											363	334	308	285	263	241	227
3,5												356	328	303	281	261	243
3,6													350	323	299	278	259
3,7														343	318	296	275
3,8														365	338	314	292
3,9															358	333	310
4,0																352	328
4,1																	347
4,2																	366

A golyónyom átmérője a próbatesten

	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	
1,6																		1,6
1,7																		1,7
1,8																		1,8
1,9																		1,9
2,0																		2,0
2,1																		2,1
2,2																		2,2
2,3																		2,3
2,4																		2,4
2,5																		2,5
2,6																		2,6
2,7	101																	2,7
2,8	115	104																2,8
2,9	129	117	106	96														2,9
3,0	145	131	119	108	97													3,0
3,1	161	146	133	121	110	101												3,1
3,2	179	163	147	135	123	112	102											3,2
3,3	197	180	163	149	136	124	114	105	96									3,3
3,4	212	197	180	165	150	137	126	115	106	98								3,4
3,5	226	211	197	181	165	151	139	127	117	108	100							3,5
3,6	241	225	211	197	181	166	152	140	129	119	110	101						3,6
3,7	257	240	225	210	197	182	167	154	141	131	221	111	103	96				3,7
3,8	273	255	239	224	210	197	182	168	154	143	132	122	113	105	98			3,8
3,9	289	270	263	238	223	210	197	182	168	155	144	133	123	115	107	100		3,9
4,0	306	286	268	252	236	223	209	197	182	169	156	145	134	125	116	108	101	4,0
4,1	323	303	283	266	250	236	221	209	197	[illegible]	169	157	146	136	126	117	110	4,1
4,2	341	320	299	281	264	249	234	221	[illegible]	197	[illegible]	170	158	147	137	127	119	4,2

Dr. Kausay Tibor

A világhálón talált alábbi *Poldi*-kalapácsos táblázatrészlet szintén az MSZ-05 83.2100:1981 szabvány M2. melléklete táblázatának hasonmása, és lényegében megegyezik az előző diaképen bemutatott táblázattal; feltehetőleg a *Poldi*-kalapácshoz valamely gyártó, illetve forgalmazó által mellékelt magyar nyelvű használati útmutató egyik lapja.

$d_{fém}$

$D = 10$ mm, $\alpha = 1{,}0$

Jellemzők		A golyónyom átmérője a vizsgált darabon, mm																					
		1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,7
A golyónyom átmérője a próbahasábon, mm (d_{etalon})	2,6					127	114	103	93	84	77	70	62	55	49	44	39	35					
						358	321	289	261	237	216	197	175	155	138	123	110	99					
	2,7						124	112	101	92	84	76	70	62	56	50	44	40	36				
							349	314	285	259	236	215	197	176	156	140	125	113	101				
	2,8							121	110	100	91	83	76	70	63	56	50	45	41	37			
								341	309	281	256	234	215	197	177	158	142	128	115	104			
	2,9								119	108	98	90	83	76	70	63	56	51	46	42	38	34	
									335	304	277	254	233	214	197	177	159	144	129	117	106	96	
	3,0								128	117	106	97	89	82	76	70	63	57	51	46	42	38	35
									361	328	299	274	252	232	214	197	178	160	145	131	119	108	97

E világhálón talált táblázat egyes celláiban alul lévő szám, akárcsak az MSZ-05 83.2100:1981 szabvány M2. mellékletének vagy az előző diaképen bemutatott másolatának az adatai is, a természetes állapotú és megeresztett acélok névleges *Brinell*-keménysége kp/mm² mértékegységben, amelyet $HB_{etalon\text{-}névleges}$ = 197 kp/mm² névleges *Brinell*-keménységű acél etalon rúddal kell meghatározni. A cellákban felül lévő szám az acél *Brinell*-keménységhez tartozó szakítószilárdsága.

Jellemzők		A golyónyom átmérője a vizsgált darabon, mm																					
		1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,7
A golyónyom átmérője a próbahasábon, mm	2,6					127	114	103	93	84	77	70	62	55	49	44	39	35					
						358	321	289	261	237	216	197	175	155	138	123	110	99					
	2,7						124	112	101	92	84	76	70	62	56	50	44	40	36				
							349	314	285	259	236	215	197	176	156	140	125	113	101				
	2,8							121	110	100	91	83	76	70	63	56	50	45	41	37			
								341	309	281	256	234	215	197	177	158	142	128	115	104			
	2,9								119	108	98	90	83	76	70	63	56	51	46	42	38	34	
									335	304	277	254	233	214	197	177	159	144	129	117	106	96	
	3,0								128	117	106	97	89	82	76	70	63	57	51	46	42	38	35
									361	328	299	274	252	232	214	197	178	160	145	131	119	108	97

Tehát e táblázat egyes celláiban lévő alsó szám a *Brinell*-keménység, a felső szám pedig az acél – *Brinell*-keménységből számított – szakítószilárdsága kp/mm²-ben.

Például a visszavont MI 15191:1979 műszaki irányelv összehasonlító táblázata szerint a *HB* = 138 kp/mm² *Brinel*l-keménységhez $R_m = f_t$ = 465 N/mm² = 47,4 kp/mm² acél-szakítószilárdság tartozik, amelytől nem áll messze a fenti táblázatban szereplő 49 kp/mm² szakítószilárdság, ahogy a fenti 42 kp/mm² szakítószilárdság is közel azonos az MI 15191:1979 műszaki irányelvbeli *HB* = 119 kp/mm² *Brinell*-keménységhez rendelt $R_m = f_t$ = 400 N/mm² = 40,79 kp/mm² acél-szakítószilárdsággal.

Úgy tűnik, hogy a fenti táblázatban és az MSZ-05 83.2100:1981 szabvány M2. mellékletében a *Poldi*-kalapáccsal meghatározott *HB* *Brinell*-keménységből az acél R_m szakítószilárdságát az $R_m = 0{,}37 \times HB - 2$, esetleg $R_m = 0{,}355 \times HB$ vagy hasonló összefüggéssel határozták meg.

ZAHLENTABELLEN FÜR GRAUGUSSEISEN

Brinellhärte laut ISO 6506 für 1000 kg Druck und 10 mm Kugel.

Materialstärke über 6 mm.

Öntöttvasak *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménységének meghatározásához ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázat részlete

		Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück																					
		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4
Kugelein-druck-Durchmesser in mm im Vergleichs-stab (Stahl 70 kg/mm^2 Festigkeit)	1,5	280	237	203	176	153	134	119															
	1,6	323	274	235	203	177	156	138	122														
	1,7	369	314	269	233	203	179	158	141	126													
	1,8	419	356	305	265	231	203	180	160	143	129												
	1,9	473	402	345	299	261	230	203	181	162	146	132											
	2	530	449	386	334	293	258	228	203	182	164	148	135	122									
	2,1		501	430	373	326	287	255	227	203	183	165	150	137	125								
	2,2		555	447	413	362	319	282	252	226	203	184	167	152	139	128							
	2,3			526	455	399	352	312	278	250	225	203	185	169	154	142	130						
	2,4			577	500	438	386	345	306	274	247	224	203	185	170	156	144	133					
	2,5				548	480	423	375	335	301	271	246	223	203	186	171	157	145	135	125			
	2,6					524	461	409	366	328	296	268	244	222	203	187	172	159	147	137	127		

MSZ-05 83.2100:1981 szabvány M3. melléklete.

Öntöttvas *Brinell*-keménység értékei (kp/mm^2)

MSZ-05 83.2100-81

MSZ-05 83.2100-72 helyett

C 09

FÉMEK, ÖTVÖZETEK SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATOK

Keménységmérés Poldi-kalapáccsal

IPARI MINISZTÉRIUM

KOHÓ- ÉS GÉPIPARI ÁGAZATI SZABVÁNY

A golyónyom átmérője a Poldi-hasábon	A golyónyom átmérője a próbatesten																			
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
1,5	280	237	203	176	153	134	119													
1,6	323	274	235	203	177	156	138	122												
1,7	369	314	269	233	203	179	158	141	126											
1,8	419	356	303	265	231	203	180	160	143	129										
1,9	473	402	345	299	261	230	203	181	162	146	132									
2,0	530	449	386	334	293	258	228	203	182	164	148	135	122							
2,1		501	430	373	326	287	255	227	203	183	165	150	137	125						
2,2		555	477	413	362	319	282	252	226	203	184	167	152	139	128					
2,3			526	455	399	352	312	278	250	225	203	185	169	154	142	130				
2,4			577	500	438	386	345	306	274	247	224	203	185	170	156	144	133			
2,5				548	480	423	375	355	301	271	246	223	203	186	171	157	145	135	[illegible]	[illegible]
2,6					524	461	409	366	328	296	268	244	222	203	187	172	[illegible]	[illegible]	[illegible]	127
2,7					568	502	445	397	357	321	291	265	242	222	[illegible]	[illegible]	[illegible]	160	149	139
2,8						544	482	430	386	349	316	287	[illegible]	[illegible]	[illegible]	203	[illegible]	174	162	150
2,9						587	522	466	418	377	[illegible]	311	[illegible]	260	[illegible]	[illegible]	203	188	174	162
3,0							560	500	[illegible]	405	[illegible]	334	303	[illegible]	[illegible]	237	219	203	188	175
3,1								[illegible]	[illegible]	455	[illegible]	[illegible]	328	[illegible]	[illegible]	255	236	218	203	189
3,2								[illegible]	[illegible]	[illegible]	423	[illegible]	[illegible]	322	[illegible]	[illegible]	253	235	218	203
3,3									554	[illegible]	[illegible]	412	[illegible]	[illegible]	318	293	271	252	234	213
3,4										534	484	[illegible]	403	369	339	313	290	269	250	233
3,5										[illegible]	516	470	430	394	363	334	309	287	267	249
3,6											550	500	457	419	386	356	329	305	284	264
3,7											588	531	485	445	409	378	350	324	302	281
3,8												562	515	472	431	400	371	344	320	298
3,9													546	501	460	425	393	365	339	316
4,0													576	530	487	449	416	386	359	333
4,1														558	514	474	439	407	379	353

D = 10 mm

$HB_{etalon\text{-}névl}$ = 203 kp/mm^2

α = 1,0

E táblázattal megegyezik a ma forgalmazott *Poldi*-útmutatókban és a régi lengyel BN 4053-01:1967 szabványban lévő, az öntöttvas – *Poldi*-kalapáccsal mért – *Brinell*-keménységére vonatkozó táblázat

A régi lengyel BN 4053-01:1967 ipari szabványban (BN = Norma branzowa = Ipari szabvány) az öntöttvasak *Brinell*-keménységének *Poldi*-kalapácsos táblázata található.

E lengyel BN 4053-01:1967 ipari szabványnak a
http://matbor-narzedzia-i-przyrzady.blogspot.com/2016/03/polish-industrial-standard-bn-674053-01.html
weboldalról letöltött, igen rosszul olvasható, korabeli írógéppel írt lapjai közül az 1. és 7. oldalt a következő diakockákon mutatjuk be.

Az 1. oldalon a képletben a gyökvonás jelek nem is látszanak, ezeket annak idején valószínűleg tollal rajzolták be.

UKD 669. 13-14: 620. 178. 153. 2

OBRABIARKI I URZĄDZENIA DO OBRÓBKI METALI	NORMA BRANŻOWA	BN-67 / 4053-01
	Próba twardości odlewów z żeliwa sposobem porównawczym Poldi	Zamiast BN-60/MPM-04546
		Grupa katalogowa III-89

Öntöttvasak keménységének vizsgálata *Poldi* szerinti összehasonlító módszerrel

1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT NORMY. Przedmiotem normy jest próba twardości odlewów z żeliwa sposobem porównawczym Poldi, polegająca na uderowym wciśnięciu kulki, w powierzchnię badanego metalu i w powierzchnię wzorca przez uderzenie młotkiem oraz na zmierzeniu i porównaniu średnic powstałych przy tym odcisków.

1.2. OKREŚLENIE. Twardość wg Brinella wyznaczona sposobem Poldi jest to liczba wyrażająca się iloczynem twardości wzorca przez stosunek pola powierzchni kulistego odcisku powstałego na wzorcu do pola odcisku powstałego na próbce. Pola tych powierzchni oblicza się ze zmierzonych średnic trwałych odcisków przyjmując że odciski te są odbiciem nieodkształconej kulki.
Wartość liczbową twardości oblicza się w jednostkach Brinella wg wzoru:

$$HBp = HB_w \frac{D - \sqrt{D^2 - d_w^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}} \quad kG/mm^2$$

Oznaczenia poszczególnych symboli podano w punkcie 1.3.

1.3. OZNACZENIA /RYS. 1/.
HBp - twardość Brinella wyznaczona sposobem porównawczym Poldi
HBw - twardość wzorca w jednostkach Brinella,
D - średnica kulki w mm,
dw - średnica odcisku kulki na powierzchni wzorca w mm,
d - średnica odcisku kulki na powierzchni [illegible]

D = 10 mm

Hb$_{etalon\text{-}névl}$ = **203** kp/mm^2

α = 1,0

BN-67/4053-01

A táblázat az <u>öntöttvas</u> keménységét adja

do odczytywania twardości z odcisków wykonanych młotkiem Poldi dla odlewów z żeliwa.

(kp/mm²)

Średnica w mm odcisku kulki badanym odlewie z żeliwa

A golyónyom átmérője a vizsgált öntöttvason ($d_{fém}$), mm

A golyónyom átmérője a *Poldi-kalapács* etalon rúdján (d_{etalon}), mm

Średnica w mm odcisku kulki w płytce wzorcowej ze stali o (Rt 70kG/mm²) i twardości 203HB

	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3
1,5	280	237	203	176	153	134	119																																	
1,6	323	274	235	203	177	156	138	122																																
1,7	369	314	269	233	203	179	158	141	126																															
1,8	419	356	305	265	231	203	180	160	143	129																														
1,9	473	402	345	299	261	230	203	181	162	146	132																													
2,0	530	449	386	334	293	258	228	203	182	164	148	135	122																											
2,1		501	430	373	326	287	255	227	203	183	165	150	137	125																										
2,2		555	477	413	362	319	282	252	226	203	184	167	152	139	128																									
2,3			526	455	399	352	312	278	250	225	203	185	169	154	142	130																								
2,4			577	500	438	386	345	306	274	247	224	203	186	170	156	144	133																							
2,5				548	480	423	[illegible]	335	301	271	246	223	203	186	171	157	146	125																						
2,6					524	461	409	366	328	296	268	244	222	[illegible]	187	172	159	137	127																					
2,7					568	502	445	397	357	321	291	265	242	222	203	187	173	159	139	129	121																			
2,8						544	482	430	386	349	316	287	263	241	221	203	188	162	150	140	131	122																		
2,9						587	522	466	418	377	342	311	284	260	239	220	203	174	162	151	142	132	124																	
3,0							560	500	448	405	367	334	305	280	257	237	249	188	175	164	153	143	134	126																
3,1								538	483	435	394	360	326	301	277	255	236	203	189	176	165	154	145	136	128															
3,2								576	518	[illegible]	425	386	352	322	297	274	253	218	203	189	177	166	155	146	137	129														
3,3									554	500	453	412	371	346	318	293	271	234	218	203	190	178	167	157	148	138	131	124												
3,4										534	484	441	403	369	339	313	[illegible]	250	233	217	203	190	179	168	158	148	140	133	126											
3,5										568	516	470	430	394	363	334	309	267	249	232	217	203	191	179	169	159	150	142	134	127										
3,6											550	500	457	419	386	356	325	284	264	247	231	216	203	191	180	169	160	151	143	136	129									
3,7											583	531	485	445	409	378	350	302	281	262	246	230	216	203	191	180	170	161	152	144	137	130	124							
3,8												562	516	472	434	400	371	320	298	278	260	244	229	215	203	191	181	171	162	153	146	138	131	125						
3,9													546	501	460	425	393	339	316	296	276	259	243	229	215	203	192	181	172	163	154	147	140	133	127					
4,0													576	530	487	449	418	359	334	312	292	274	257	242	228	215	203	192	181	172	163	156	148	141	134	128	122			
4,1														553	514	474	439	379	353	330	309	289	272	256	241	227	215	203	192	182	173	164	157	149	142	135	129	124		
4,2															542	500	463	400	373	348	326	305	287	270	254	240	227	214	203	192	183	174	165	157	150	143	137	131	125	
4,3															571	528	485	421	392	367	343	322	302	284	268	253	239	226	214	203	192	183	174	166	158	151	144	138	132	126

Dr.

2019 őszén
***Gyulai Marcell Gábor* diplomázó építőmérnök egyetemi hallgató**
és konzulense, *dr. Fenyvesi Olivér* egyetemi adjunktus
a Műegyetemen arra figyelt fel, hogy

a *szabványokban* (pontosabban a *régi szabványokban*, ugyanis tudtunkkal mai szabvány a *Poldi*-keménységgel nem foglalkozik) és az ismertebb *irodalmi közlésekben* általában a

$$HB_{\mathrm{Poldi}} = HB_{\mathrm{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2_{\mathrm{etalon}}}}{D - \sqrt{D^2 - d^2_{\mathrm{fém}}}}$$

alakban szereplő „alapvető” *Poldi*-kalapácsos képlettel számolva, az ugyanezen képletet tartalmazó szabványok táblázatainak számértékeitől és a képletet nem tartalmazó – de a szabványossal megegyező – műszergyártói útmutatókban lévő táblázatok számértékeitől eltérő *Brinell*-keménységek adódnak.

A képletek és táblázatok ellentmondása *tanulmányozásának* alapját a κ_{Poldi} geometriai viszonyszám *

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}} = \frac{1 - \sqrt{1 - d_{\text{etalon}}^2/100}}{1 - \sqrt{1 - d_{\text{fém}}^2/100}}$$

vagy annak *Taylor*-sorba fejtéssel kapott

$$\kappa_{\text{Poldi}} \cong \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2} = \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^2$$

alakja értékeinek kiszámítása képezheti, mint azt a következőkben lehet látni.

*** A „geometriai viszonyszám” alatt értsd a *Poldi*-kalapács dinamikus erőhatását figyelembe nem vevő viszonyszámot, amelyből szabványos *Poldi*-táblázatok szerinti *Brinell*-keménység nem számítható ki!**

A D = 10 mm acélgolyó-átmérőhöz tartozó *Poldi*-kalapácsos κ_{Poldi} **geometriai** viszonyszámok táblázata két változatban nyitható meg:

- az alábbi ábrán látható papírcsík alakban, az ábrára kattintva:

POLDI-KALAPÁCSOS GEOMETRIAI VISZONYSZÁMOK $\kappa_{\text{Poldi}} = h_{\text{etalon}}/h_{\text{fém}}$

Poldi-kalapács golyójának átmérője: D = 10 mm

E VISZONYSZÁMOKBÓL A SZABVÁNYOS POLDI-TÁBLÁZATOK SZERINTI BRINELL-KEMÉNYSÉGEK NEM SZÁMÍTHATÓK KI!

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/poldi-geom-viszonyszam-csik.mht

- **vagy** nagyítva, A4 oldalakra bontva, az alábbi hivatkozásra kattintva:

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/poldi-geom-viszonyszam-a4.pdf

A táblázatok értékeit a következő összefüggéssel számítottuk ki.

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$$

A *D* = 10 mm acélgolyó-átmérőhöz tartozó *Poldi*-kalapácsos κ_{Poldi} geometriai viszonyszámok táblázata két változatban nyitható meg:

- az alábbi ábrán látható papírcsík alakban, az ábrára kattintva:

POLDI-KALAPÁCSOS GEOMETRIAI VISZONYSZÁMOK $\kappa_{\text{Poldi}} = h_{\text{etalon}}/h_{\text{fém}}$

Poldi-kalapács golyójának átmérője: D = 10 mm

...SZÁMOKBÓL A SZABVÁNYOS POLDI-TÁBLÁZATOK SZERINTI BRINELL-KEMÉNYSÉGEK NEM SZÁMÍTHATÓK KI

A benyomódás átmérője a vizsgált fémen, $d_{\text{fém}}$, mm

http://www.bet...di-geom-viszonyszam-csik.mht

E VISZONYSZÁMOKBÓL

A SZABVÁNYOS POLDI-TÁBLÁZATOK SZERINTI

BRINELL-KEMÉNYSÉGEK NEM SZÁMÍTHATÓK KI!

- vagy nagyítva, A4 oldalakra bontva, az ala...

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/poldi-geom-vi...

A táblázatok értékeit a következő összefüggéssel számítottuk ki:

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$$

Egymás reciprokai, azaz szorzatuk 1,0

Részlet a κ_{Poldi} geometriai viszonyszámok táblázatából

$$\kappa_{Poldi} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{etalon}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{fém}^2}}$$

d_{etalon}, mm	$d_{fém}$, mm												
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
1,6	**1,00000**	0,88507	0,78875	0,70724	0,63764	0,57775	0,52583	0,48054	0,44079	0,40571	0,37460	0,34688	0,32207
1,7	1,12986	**1,00000**	0,89118	0,79908	0,72044	0,65277	0,59412	0,54294	0,49803	0,45839	0,42324	0,39192	0,36390
1,8	1,26783	1,12211	**1,00000**	0,89666	0,80842	0,73248	0,66667	0,60924	0,55884	0,51437	0,47493	0,43978	0,40833
1,9	1,41395	1,25144	1,11526	**1,00000**	0,90159	0,81691	0,74350	0,67946	0,62325	0,57365	0,52966	0,49047	0,45540
2,0	1,56828	1,38803	1,23698	1,10915	**1,00000**	0,90607	0,82465	0,75362	0,69128	0,63627	0,58748	0,54400	0,50510
2,1	1,73086	1,53193	1,36522	1,22413	1,10367	**1,00000**	0,91014	0,83175	0,76294	0,70223	0,64838	0,60040	0,55747
2,2	1,90174	1,68317	1,50000	1,34499	1,21263	1,09873	**1,00000**	0,91386	0,83827	0,77156	0,71239	0,65968	0,61250
2,3	2,08099	1,84182	1,64138	1,47176	1,32693	1,20229	1,09425	**1,00000**	0,91728	0,84428	0,77954	0,72185	0,67023
2,4	2,26866	2,00792	1,78941	1,60448	1,44659	1,31071	1,19294	1,09018	**1,00000**	0,92042	0,84984	0,78695	0,73068
2,5	2,46481	2,18153	1,94413	1,74321	1,57167	1,42404	1,29608	1,18444	1,08646	**1,00000**	0,92332	0,86499	0,79385
2,6	2,66952	2,36270	2,10559	1,88799	1,70220	1,54231	1,40372	1,28281	1,17669	1,08305	**1,00000**	0,92600	0,85978
2,7	2,88285	2,55151	2,27385	2,03886	1,83822	1,66556	1,51590	1,38532	1,27073	1,16960	1,07991	**1,00000**	0,92849
2,8	3,10487	2,74802	2,44897	2,19588	1,97980	1,79383	1,63264	1,49202	1,36859	1,25968	1,16308	1,07702	**1,00000**

Stb. . .

Érdekesség

Valamely adat cellajellemzőit felcserélve az adat (κ_{Poldi}) reciprokát, azaz inverzét kapjuk meg.

Például:

A $d_{fém}$ = 1,6 mm oszlop d_{etalon} = 2,2 mm sorában található κ_{Poldi} = 1,90174 érték inverze a $d_{fém}$ = 2,2 mm oszlop d_{etalon} = 1,6 mm sorában található κ_{Poldi} = 0,52583 érték,

ezért: $1,90174 \times 0,52583 = 0,999992 \approx 1,0$

Egymás reciprokai, azaz szorzatuk 1,0

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$$

Részlet a κ_{Poldi} **geometriai** viszonyszámok táblázatából

d_{etalon}, mm	$d_{\text{fém}}$, mm												
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
1,6	**1,00000**	0,88507	0,78875	0,70724	0,63764	0,57775	0,52583	0,48054	0,44079	0,40571	0,37460	0,34688	0,32207
1,7	1,12986	**1,00000**	0,89118	0,79908	0,72044	0,65277	0,59412	0,54294	0,49803	0,45839	0,42324	0,39192	0,36390
1,8	1,26783	1,12211	**1,00000**	0,89666	0,80842	0,73248	0,66667	0,60924	0,55884	0,51437	0,47493	0,43978	0,40833
1,9	1,41395	1,25144	1,11526	**1,00000**	0,90159	0,81691	0,74350	0,67946	0,62325	0,57365	0,52966	0,49047	0,45540
2,0	1,56828	1,38803	1,23698	1,10915	**1,00000**	0,90607	0,82465	0,75362	0,69128	0,63627	0,58748	0,54400	0,50510
2,1	1,73086	1,53193	1,36522	1,22413	1,10367	**1,00000**	0,91014	0,83175	0,76294	0,70223	0,64838	0,60040	0,55747
2,2	1,90174	1,68317	1,50000	1,34499	1,21263	1,09873	**1,00000**	0,91386	0,83827	0,77156	0,71239	0,65968	0,61250
2,3	2,08099	1,84182	1,64138	1,47176	1,32693	1,20229	1,09425	**1,00000**	0,91728	0,84428	0,77954	0,72185	0,67023
2,4	2,26866	2,00792	1,78941	1,60448	1,44659	1,31071	1,19294	1,09018	**1,00000**	0,92042	0,84984	0,78695	0,73068
2,5	2,46481	2,18153	1,94413	1,74321	1,57167	1,42404	1,29608	1,18444	1,08646	**1,00000**	0,92332	0,85499	0,79385
2,6	2,66952	2,36270	2,10559	1,88799	1,70220	1,54231	1,40372	1,28281	1,17669	1,08305	**1,00000**	0,92600	0,85978
2,7	2,88285	2,55151	2,27385	2,03886	1,83822	1,66556	1,51590	1,38532	1,27073	1,16960	1,07991	**1,00000**	0,92849
2,8	3,10487	2,74802	2,44897	2,19588	1,97980	1,79383	1,63264	1,49202	1,36859	1,25968	1,16308	1,07702	**1,00000**

stb...

Nevezzük

- a $d_{\text{etalon}} = d_{\text{fém}}$ benyomódási átmérőket *egyenértékű (equivalens) átmérőnek*, jele: d_{eq};
- az egyenértékű átmérőkhöz tartozó κ_{Poldi} = 1,0 ***geometriai*** viszonyszámokat összekötő egyenest az *inverz értékek tengelyének*;
- a valamely egyenértékű átmérőhöz tartozó ***geometriai*** inverz értékeket összekötő egyenest az *inverz értékek szelvényének*.

$HB_{Poldi} = HB_{etalon} \times \kappa_{Poldi}$ kp/mm^2 értékek az előző diakockán lévő táblázat geometriai κ_{Poldi} értékeiből számolva természetes állapotú és megeresztett acélok esetén

HB_{etalon} = = 197	$d_{fém}$, mm															
d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	174	155	139	126	114	104	95	87	80	74	68	63	59	55	52
1,7	223	197	176	157	142	129	117	107	98	90	83	77	72	67	62	58
1,8	250	221	197	177	159	144	131	120	110	101	94	87	80	75	70	65
1,9	279	247	220	197	178	161	146	134	123	113	104	97	90	84	78	73
2,0	309	273	244	219	197	178	162	148	136	125	116	107	100	93	86	81
2,1	341	302	269	241	217	197	179	164	150	138	128	118	110	102	95	89
2,2	375	332	296	265	239	216	197	180	165	152	140	130	121	112	105	98
2,3	410	363	323	290	261	237	216	197	181	166	154	142	132	123	115	107
2,4	447	396	353	316	285	258	235	215	197	181	167	155	144	134	125	117
2,5	486	430	383	343	310	281	255	233	214	197	182	168	156	146	136	127

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége *a szabványos táblázattal egyező,* ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázat szerint

	Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten															
	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1
1,6	70 197	58 182	48 134	40 112												
1,7	81 227	70 197	58 164	49 137	41 116	35 98										
1,8	92 258	80 225	70 197	59 166	50 140	42 119	36 101									
1,9	104 292	91 255	79 223	70 197	59 167	50 142	43 122	37 105								
2	116 327	102 286	89 251	79 222	70 197	60 169	51 145	44 125	38 108							
2,1	130 365	113 319	99 280	88 248	78 221	70 197	60 170	52 147	45 127	39 111	34 97					
2,2		126 354	111 311	98 276	87 245	78 220	70 197	61 171	53 149	46 130	40 114	35 100				
2,3			122 344	108 305	97 272	86 243	78 219	70 197	61 172	53 150	47 132	41 117	36 103			
2,4				119 336	106 299	95 268	86 241	77 218	70 197	61 173	54 152	47 134	42 119	37 106		
2,5					117 328	104 294	94 264	85 239	77 217	70 197	62 174	55 154	48 136	43 121	38 108	34 97

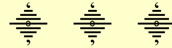
A 182 sajtóhiba, helyesen: 162 (Lásd: MSZ-05 83.2100:1981)

Tessék e két táblázat megfelelő értékeit összevetni, nem azonosak.

Az előző diakockán szereplő táblázatok összehasonlításából látszik, hogy a ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázatokban, illetve az azok forrását képező régi szabványok táblázataiban *a Poldi*-kalapáccsal meghatározott *Brinell*-keménységeket nem a

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$$

„alapvető" összefüggéssel határozták meg, bár a szabványok szöveges részében ez a képlet található. A birtokunkban lévő mai műszergyári használati útmutatóban (Strojírny Poldi) képletet nem közöltek.



A következőkben arra a *kérdésre keressük a választ*, hogy a régi szabványok, illetve a mai táblázatok *Poldi*-kalapácsos vizsgálattal meghatározott *Brinell*-keménység értékeit *esetleg* nem az „alapvető" összefüggés *Taylor*-sorba fejtésével (*Gillemot*, 1972) kapott

$$HB_{\text{Poldi}} \cong HB_{\text{etalon}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2} = HB_{\text{etalon}} \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^2$$

közelítő összefüggéssel számították-e ki?

A $\dfrac{10-\sqrt{100-d^2_{\text{etalon}}}}{10-\sqrt{100-d^2_{\text{fém}}}}$ hányados értékei:

d_{etalon}, mm	$d_{\text{fém}}$, mm 1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
1,6	1,00000	0,88507	0,78875	0,70724	0,63764	0,57775	0,52583	0,48054	0,44079	0,40571	0,37460	0,34688	0,32207
1,7	1,12986	1,00000	0,89118	0,79908	0,72044	0,65277	0,59412	0,54294	0,49803	0,45839	0,42324	0,39192	0,36390
1,8	1,26783	1,12211	1,00000	0,89666	0,80842	0,73248	0,66667	0,60924	0,55884	0,51437	0,47493	0,43978	0,40833
1,9	1,41395	1,25144	1,11526	1,00000	0,90159	0,81691	0,74350	0,67946	0,62325	0,57365	0,52966	0,49047	0,45540
2,0	1,56828	1,38803	1,23698	1,10915	1,00000	0,90607	0,82465	0,75362	0,69128	0,63627	0,58748	0,54400	0,50510
2,1	1,73086	1,53193	1,36522	1,22413	1,10367	1,00000	0,91014	0,83175	0,76294	0,70223	0,64838	0,60040	0,55747
2,2	1,90174	1,68317	1,50000	1,34499	1,21263	1,09873	1,00000	0,91386	0,83827	0,77156	0,71239	0,65968	0,61250
2,3	2,08099	1,84182	1,64138	1,47176	1,32693	1,20229	1,09425	1,00000	0,91728	0,84428	0,77954	0,72185	0,67023
2,4	2,26866	2,00792	1,78941	1,60448	1,44659	1,31071	1,19294	1,09018	1,00000	0,92042	0,84984	0,78695	0,73068
2,5	2,46481	2,18153	1,94413	1,74321	1,57167	1,42404	1,29608	1,18444	1,08646	1,00000	0,92332	0,85499	0,79385
2,6	2,66952	2,36270	2,10559	1,88799	1,70220	1,54231	1,40372	1,28281	1,17669	1,08305	1,00000	0,92600	0,85978
2,7	2,88285	2,55151	2,27385	2,03886	1,83822	1,66556	1,51590	1,38532	1,27073	1,16960	1,07991	1,00000	0,92849
2,8	3,10487	2,74802	2,44897	2,19588	1,97980	1,79383	1,63264	1,49202	1,36859	1,25968	1,16308	1,07702	1,00000

A fenti hányadost közelítő $\dfrac{d^2_{\text{etalon}}}{d^2_{\text{fém}}}$ hányados értékei:

d_{etalon}, mm	$d_{\text{fém}}$, mm 1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
1,6	1,00000	0,88581	0,79012	0,70914	0,64000	0,58050	0,52893	0,48393	0,44444	0,40960	0,37870	0,35117	0,32653
1,7	1,12891	1,00000	0,89198	0,80055	0,72250	0,65533	0,59711	0,54631	0,50174	0,46240	0,42751	0,39643	0,36862
1,8	1,26563	1,12111	1,00000	0,89751	0,81000	0,73469	0,66942	0,61248	0,56250	0,51840	0,47929	0,44444	0,41327
1,9	1,41016	1,24913	1,11420	1,00000	0,90250	0,81859	0,74587	0,68242	0,62674	0,57760	0,53402	0,49520	0,46046
2,0	1,56250	1,38408	1,23457	1,10803	1,00000	0,90703	0,82645	0,75614	0,69444	0,64000	0,59172	0,54870	0,51020
2,1	1,72266	1,52595	1,36111	1,22161	1,10250	1,00000	0,91116	0,83365	0,76563	0,70560	0,65237	0,60494	0,56250
2,2	1,89063	1,67474	1,49383	1,34072	1,21000	1,09751	1,00000	0,91493	0,84028	0,77440	0,71598	0,66392	0,61735
2,3	2,06641	1,83045	1,63272	1,46537	1,32250	1,19955	1,09298	1,00000	0,91840	0,84640	0,78254	0,72565	0,67474
2,4	2,25000	1,99308	1,77778	1,59557	1,44000	1,30612	1,19008	1,08885	1,00000	0,92160	0,85207	0,79012	0,73469
2,5	2,44141	2,16263	1,92901	1,73130	1,56250	1,41723	1,29132	1,18147	1,08507	1,00000	0,92456	0,85734	0,79719
2,6	2,64063	2,33910	2,08642	1,87258	1,69000	1,53288	1,39669	1,27788	1,17361	1,08160	1,00000	0,92730	0,86224
2,7	2,84766	2,52249	2,25000	2,01939	1,82250	1,65306	1,50620	1,37807	1,26563	1,16640	1,07840	1,00000	0,92985
2,8	3,06250	2,71280	2,41975	2,17175	1,96000	1,77778	1,61983	1,48204	1,36111	1,25440	1,15976	1,07545	1,00000

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége közelítő összefüggéssel (*Gillemot*, 1972) meghatározva

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{d^2_{\text{etalon}}}{d^2_{\text{fém}}}$$

HB_{etalon} = 197	$d_{fém}$, mm															
d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	175	156	140	126	114	104	95	88	81	75	69	64	60	56	52
1,7	222	197	176	158	142	129	118	108	99	91	84	78	73	68	63	59
1,8	249	221	197	177	160	145	132	121	111	102	94	88	81	76	71	66
1,9	278	246	219	197	178	161	147	134	123	114	105	98	91	85	79	74
2,0	308	273	243	218	197	179	163	149	137	126	117	108	101	94	88	82
2,1	339	301	268	241	217	197	179	164	151	139	129	119	111	103	97	90
2,2	372	330	294	264	238	216	197	180	166	153	141	131	122	113	106	99
2,3	407	361	322	289	261	236	215	197	181	167	154	143	133	124	116	108
2,4	443	393	350	314	284	257	234	215	197	182	168	156	145	135	126	118
2,5	481	426	380	341	308	279	254	233	214	197	182	169	157	146	137	128

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége a *régi szabványokban* található összefüggéssel meghatározva

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2_{\text{etalon}}}}{D - \sqrt{D^2 - d^2_{\text{fém}}}}$$

HB_{etalon} = 197	$d_{fém}$, mm															
d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	174	155	139	126	114	104	95	87	80	74	68	63	59	55	52
1,7	223	197	176	157	142	129	117	107	98	90	83	77	72	67	62	58
1,8	250	221	197	177	159	144	131	120	110	101	94	87	80	75	70	65
1,9	279	247	220	197	178	161	146	134	123	113	104	97	90	84	78	73
2,0	309	273	244	219	197	178	162	148	136	125	116	107	100	93	86	81
2,1	341	302	269	241	217	197	179	164	150	138	128	118	110	102	95	89
2,2	375	332	296	265	239	216	197	180	165	152	140	130	121	112	105	98
2,3	410	363	323	290	261	237	216	197	181	166	154	142	132	123	115	107
2,4	447	396	353	316	285	258	235	215	197	181	167	155	144	134	125	117
2,5	486	430	383	343	310	281	255	233	214	197	182	168	156	146	136	127

Tessék e két táblázat megfelelő értékeit összevetni, közel azonosak;
és ezért lényegében *egyformán eltérnek a szabványok és mai műszerkönyvek táblázatától*

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége közelítő összefüggéssel (*Gillemot*, 1972) meghatározva

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{d^2_{\text{etalon}}}{d^2_{\text{fém}}}$$

HB_{etalon} = = 197	$d_{fém}$, mm															
d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	175	156	140	126	114	104	95	88	81	75	69	64	60	56	52
1,7	222	197	176	158	142	129	118	108	99	91	84	78	73	68	63	59
1,8	249	221	197	177	160	145	132	121	111	102	94	88	81	76	71	66
1,9	278	246	219	197	178	161	147	134	123	114	105	98	91	85	79	74
2,0	308	273	243	218	197	179	163	149	137	126	117	108	101	94	88	82
2,1	339	301	268	241	217	197	179	164	151	139	129	119	111	103	97	90
2,2	372	330	294	264	238	216	197	180	166	153	141	131	122	113	106	99
2,3	407	361	322	289	261	236	215	197	181	167	154	143	133	124	116	108
2,4	443	393	350	314	284	257	234	215	197	182	168	156	145	135	126	118
2,5	481	426	380	341	308	279	254	233	214	197	182	169	157	146	137	128

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége ***a szabványos táblázattal egyező*, ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázat** szerint

	Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten															
	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1
1,6	70 197	58 182	48 134	40 112												
1,7	81 227	70 197	58 164	49 137	41 116	35 98										
1,8	92 258	80 225	70 197	59 166	50 140	42 119	36 101									
1,9	104 292	91 255	79 223	70 197	59 167	50 142	43 122	37 105								
2	116 327	102 286	89 251	79 222	70 197	60 169	51 145	44 125	38 108							
2,1	130 365	113 319	99 280	88 248	78 221	70 197	60 170	52 147	45 127	39 111	34 97					
2,2		126 354	111 311	98 276	87 245	78 220	70 197	61 171	53 149	46 130	40 114	35 100				
2,3			122 344	108 305	97 272	86 243	78 219	70 197	61 172	53 150	47 132	41 117	36 103			
2,4				119 336	106 299	95 268	86 241	77 218	70 197	61 173	54 152	47 134	42 119	37 106		
2,5					117 328	104 294	94 264	85 239	77 217	70 197	62 174	55 154	48 136	43 121	38 108	34 97

A 182 sajtóhiba, helyesen: 162
(Lásd: MSZ-05 83.2100:1981)

Tessék e két táblázat megfelelő értékeit összevetni, nem azonosak.

Az előző diakockák alapján a *kérdésre*, hogy a régi szabványok és mai útmutatók táblázatainak *Poldi*-kalapácsos vizsgálattal meghatározott *Brinell*-keménység értékeit esetleg nem az „alapvető” összefüggés *Taylor*-sorba fejtésével (*Gillemot*, 1972) kapott

$$HB_{\text{Poldi}} \cong HB_{\text{etalon}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2} = HB_{\text{etalon}} \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^2$$

közelítő összefüggéssel számították-e ki, az a válaszunk, hogy a

$$HB_{\text{Poldi}} \cong HB_{\text{etalon}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2} = HB_{\text{etalon}} \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^2$$

sorba fejtéses összefüggés viszonylag jó közelítése a

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$$

alakú „alapvető” összefüggésnek,

de a *régi szabványokban* és a *ma forgalmazott Poldi-útmutatókban* lévő táblázatokban szereplő *Brinell*-keménységek számértékeit nem e képletekkel számították ki.

Megállapíthatjuk, hogy

a fémek *Poldi*-kalapáccsal meghatározott

névleges *Brinell*-keménységének ($HB_{\text{Poldi-névl}}$)

a szabványok táblázataiban szereplő

$$HB_{\text{Poldi-névleges}} = \frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$$ **számértékei**

eltérnek a

$$HB_{\text{Poldi-névleges}} = HB_{\text{etalon-névleges}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}},$$

illetve a közelítő

$$HB_{\text{Poldi-névleges}} \cong HB_{\text{etalon-névleges}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$$

képlettel kiszámított számértékektől,

függetlenül a *Poldi*-kalapács etalon rúdjának (fémfajtákként kissé változó) $HB_{\text{etalon-névleges}}$ névleges *Brinell*-keménységétől.

Az irodalmi és szabványos „alapvető" képletekkel kiszámított *HB*$_{Poldi}$ keménységek és a szabványok és gyártói használati útmutatók *Poldi*-táblázatainak *HB*$_{Poldi}$ keménységei közötti eltérés magyarázatát az egykori szabványok készítőinek közleményei adhatnák meg, de *ilyen közleményt sajnos nem találtunk*.

Irodalmi utalások alapján *valószínű*, hogy a szabványok *Poldi*-táblázatainak számértékeit a statikus *Brinell*- és a dinamikus *Poldi*-féle keménységvizsgálati erők maradó alakváltozásra gyakorolt dinamikai hatásának különbözősége figyelembevételével határozták meg, de erről a szabványok szövegében nem szóltak.

A mai műszergyártói táblázatok a régi szabványok táblázatainak csupán másolatai.

Irodalmi utalások szerint:

- **a szívós (Zähigkeit) fémek maradó alakváltozása dinamikus vizsgálat esetén kisebb, mint statikus vizsgálat esetén (*Gmelin* et al., 1937);**
- **azonos keménységtartományban statikus kísérlet esetén nagyobb a benyomódási átmérő, mint dinamikus kísérlet esetén (*Siebel*, 1955);**
- **míg a *Brinell* keménységmérő statikus nyomással, addig a *Poldi* keménységmérő dinamikus ütéssel terheli a próbatestet. A *Poldi* keménységmérő esetén ezen kívül a súrlódási veszteségek miatt az etalonrúdra és a vizsgált próbatestre ható erők sem azonosak (*Weißbach*, 2010);**
- **ha a vizsgált fém keménysége sokkal nagyobb, mint az etalonrúdé, akkor az ütés hatására az etalonrúd alakváltozása viszonyítottan kisebbnek, keménysége a ténylegesnél nagyobbnak tűnik, és ezáltal dinamikus vizsgálattal a vizsgált fém keménységét alábecsüljük (*Herrmann* et al., 2014).**

Megjegyzés: Értelmezésünk szerint – a statikus benyomóerő hatásával ellentétben – a *dinamikus vizsgálat* esetén a kisebb keménységű anyag maradó alakváltozása a teljes alakváltozáshoz viszonyítva nagyobb, mint a nagyobb keménységű anyag maradó alakváltozása a teljes alakváltozáshoz viszonyítva.

Lásd részletesebben:
http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/poldi-kalapacsos-kepletek.pdf

Kugeleindruck-Durchmesser in mm im Vergleichsstab (Stahl 70 kg/mm² Festigkeit)		Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück																					
		1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
	1,6	70 197	58 182	48 134	40 112																		
	1,7	81 227	70 197	58 164	49 137	41 116	35 98																
	1,8	92 258	80 225	70 197	59 166	50 140	42 119	36 101															
	1,9	104 292	91 255	79 223	70 197	59 167	50 142	43 122	37 105														
	2	116 327	102 286	89 251	79 222	70 197	60 169	51 145	44 125	38 108													
	2,1	130 365	113 319	99 280	88 248	78 221	70 197	60 170	52 147	45 127	39 111	34 97											
	2,2		126 354	111 311	98 276	87 245	78 220	70 197	61 171	53 149	46 130	40 114	35 100										
	2,3			122 344	108 305	97 272	86 243	78 219	70 197	61 172	53 150	47 132	41 117	36 103									
	2,4				119 336	106 299	95 268	86 241	77 218	70 197	61 173	54 152	47 134	42 119	37 106								
	2,5					117 328	104 294	94 264	85 239	77 217	70 197	62 174	55 154	48 136	43 121	38 108	34 97						

162

HB_{etalon} = 197	$d_{fém}$, mm															
d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	175	156	140	126	114	104	95	88	81	75	69	64	60	56	52
1,7	222	197	176	158	142	129	118	108	99	91	84	78	73	68	63	59
1,8	249	221	197	177	160	145	132	121	111	102	94	88	81	76	71	66
1,9	278	246	219	197	178	161	147	134	123	114	105	98	91	85	79	74
2,0	308	273	243	218	197	179	163	149	137	126	117	108	101	94	88	82
2,1	339	301	268	241	217	197	179	164	151	139	129	119	111	103	97	90
2,2	372	330	294	264	238	216	197	180	166	153	141	131	122	113	106	99
2,3	407	361	322	289	261	236	215	197	181	167	154	143	133	124	116	108
2,4	443	393	350	314	284	257	234	215	197	182	168	156	145	135	126	118
2,5	481	426	380	341	308	279	254	233	214	197	182	169	157	146	137	128

A természetes állapotú és megeresztett acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménységének a régi szabványok és a mai műszergyári használati útmutatók táblázatában szereplő értékeit a

$$HB_{Poldi-névl} \cong HB_{etalon-névl} \times \frac{d^2_{etalon}}{d^2_{fém}}$$

sorba fejtett közelítő összefüggéssel (*Gillemot*, 1972) meghatározott értékekkel összevetve valószínű,

hogy – statikus és dinamikus erőhatás eltérő voltát leíró – kapcsolatuk nem lineáris, és feltehetően a $d_{etalon}/d_{fém}$ hányados függvényében felírható.

Dr. Kausay Tibor

Keressük a $d_{etalon}/d_{fém}$ hányadosnak a z hatványkitevőjét, amelynek alkalmazásával a szabványok és műszergyártói használati útmutatók – természetes állapotú és megeresztett acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménységét tartalmazó – táblázatainak $HB_{Poldi,táblázatból}$ értékei a

$$HB_{Poldi,táblázatból} = 197 \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^{z}$$

„formalizált" függvénnyel elfogadható módon kiszámíthatók:

$$\frac{HB_{Poldi,táblázatból}}{197} = \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^{z}$$

$$\log\left(\frac{HB_{Poldi,táblázatból}}{197}\right) = z \times \log\left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)$$

$$z = \frac{\log\left(\frac{HB_{Poldi,táblázatból}}{197}\right)}{\log\left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)}$$

A számítást a természetes állapotú és megeresztett acélok táblázatának valamennyi $d_{etalon}/d_{fém}$ hányadosára (a táblázat valamennyi cellájára) elvégeztük, és a következő diakockán bemutatott eredményt kaptuk →

Részlet

A $d_{etalon}/d_{fém}$ hányados "formalizált" z kitevője
a *Poldi* -kalapács műszergyári táblázatából visszaszámolva,
természetes állapotú és megeresztett acélok esetére
$z = \log(HB_{Poldi,táblázatból}/197)/\log(d_{etalon}/d_{fém})$

Benyom. átmérője a *Poldi* **etalon rúdon**, d_{etalon}, mm	A benyomódás átmérője a **vizsgált fémen**, $d_{fém}$, mm													
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
1,6	1,00000	3,22653	3,27181	3,28603										
1,7	2,33810	1,00000	3,20753	3,26564	3,25878	3,30434						$1,0 > \frac{d_{etalon}}{d_{fém}}$		
1,8	2,29028	2,32506	1,00000	3,16672	3,24183	3,27005	3,32925							
1,9	2,29008	2,32015	2,29285	1,00000	3,22089	3,27104	3,26856	3,29352				**esetén:**		
2,0	2,27099	2,29381	2,29924	2,32923	1,00000	3,14213	3,21550	3,25475	3,29677			**Átlag: z =**	**3,2364**	
2,1	2,26781	2,28096	2,28079	2,30033	2,35619	1,00000	3,16864	3,21826	3,28774	3,29029	3,31732	**Szórás:**	**0,0690**	
2,2		2,27318	2,27532	2,30006	2,28784	2,37368	1,00000	3,18413	3,20944	3,25165	3,27442	3,31080		
2,3	$\frac{d_{etalon}}{d_{fém}} > 1,0$		2,27412	2,28786	2,30820	2,30684	2,38164	1,00000	3,18869	3,26893	3,26586	3,24948	3,29660	
2,4				2,28542	2,28848	2,30495	2,31686	2,37999	1,00000	3,18241	3,23981	3,27181	3,27005	3,27498
2,5					2,28467	2,29635	2,29005	2,31778	2,36866	1,00000	3,16538	3,19969	3,26968	3,28401
2,6	**esetén:**				2,27672	2,28603	2,29401	2,29455	2,30947	2,34760	1,00000	3,13770	3,23553	3,25964
2,7	**Átlag: z =**	**2,3164**				2,27551	2,27638	2,30310	2,32312	2,34701	2,31673	1,00000	3,09945	3,26548
2,8	**Szórás:**	**0,0398**					2,27515	2,28833	2,30392	2,31163	2,32252	2,40418	1,00000	3,05073
2,9								2,29044	2,29243	2,29628	2,32722	2,34869	2,35877	1,00000

A kapott számokat szemlélve látszik, hogy a z értékek átlaga $d_{etalon}/df_{ém}$ > 1,0 esetén sokkal kisebb (2,3164), mint $d_{etalon}/d_{fém}$ < 1,0 esetén (3,2364), ezért a „formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form}$ arányszámok” függvényét, illetve a „formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménység” függvényét célszerű két részből összetett függvényként kezelni.

E tekintetben a választóvonalat a d_{eq} egyenértékű benyomódási átmérők képezik.

A teljes táblázat nagyítva itt található:
http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/formalizalt-z-kitevo.mht

Formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form}$ arányszámok táblázata

Formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form}$ arányszámok táblázata

A "formalizált *HB* $_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek acélokra" táblázat hátterét képező $\kappa_{Poldi\text{-}form} = (d_{etalon}/d_{fém})^z$ arányszámok,

amelyeket az etalon acélrúd névleges *Brinell* -keménységével (197 kp/mm²) szorozva a vizsgált acélok "formalizált *HB* $_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységeit" kapjuk

Ha $d_{etalon}/d_{fém}$ > 1,0, akkor z = 2,3164 — **Ebben a táblázatban *nincsenek inverz értékek*, mert az "eredeti" inverz értékek szelvényei az eltérő z hatványkitevők folytán elvesztik szimmetriájukat.** — **Ha 1,0 > $d_{etalon}/d_{fém}$, akkor z = 3,2364**

$d_{fém}$, mm

d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
1,6	**1,00000**	0,82184	0,68305	0,57340																																			
1,7	1,15077	**1,00000**	0,83111	0,69770	0,59098	0,50465																																	
1,8	1,31385	1,14157	**1,00000**	0,83947	0,71107	0,60720	0,52233																																
1,9	1,48895	1,29388	1,13342	**1,00000**	0,84704	0,72332	0,62222	0,53884																															
2,0	1,67680	1,45712	1,27642	1,12616	**1,00000**	0,85393	0,73458	0,63615	0,55429																														
2,1	1,87744	1,63146	1,42914	1,26091	1,11965	**1,00000**	0,86023	0,74496	0,64910	0,56877	0,50097																												
2,2		1,81709	1,59175	1,40437	1,24704	1,11378	**1,00000**	0,86601	0,75457	0,66119	0,58237	0,51541																											
2,3			1,76438	1,55669	1,38229	1,23458	1,10846	**1,00000**	0,87133	0,76349	0,67248	0,59516	0,52907																										
2,4				1,71797	1,52551	1,36249	1,22330	1,10361	**1,00000**	0,87624	0,77178	0,68305	0,60720	0,54201																									
2,5					1,67680	1,49761	1,34462	1,21306	1,09918	**1,00000**	0,88079	0,77952	0,69296	0,61857	0,55429	0,49848																							
2,6					1,83628	1,64004	1,47250	1,32843	1,20371	1,09511	**1,00000**	0,88502	0,78675	0,70229	0,62931	0,56595	0,51068																						
2,7						1,78987	1,60703	1,44979	1,31368	1,19515	1,09136	**1,00000**	0,88896	0,79353	0,71107	0,63947	0,57703	0,52233																					
2,8							1,74827	1,57721	1,42914	1,30020	1,18728	1,08789	**1,00000**	0,89264	0,79988	0,71935	0,64910	0,58758	0,53346																				
2,9								1,71077	1,55016	1,41030	1,28782	1,18002	1,08468	**1,00000**	0,89609	0,80586	0,72717	0,65824	0,59762	0,54411	0,49669																		
3,0								1,85054	1,67680	1,52551	1,39303	1,27642	1,17329	1,08170	**1,00000**	0,89932	0,81150	0,73458	0,66692	0,60720	0,55429	0,50726																	
3,1									1,80913	1,64589	1,50295	1,37714	1,26588	1,16706	1,07891	**1,00000**	0,90235	0,81682	0,74159	0,67518	0,61635	0,56405	0,51741																
3,2										1,77150	1,61765	1,48224	1,36249	1,25612	1,16125	1,07631	**1,00000**	0,90521	0,82184	0,74825	0,68305	0,62509	0,57340	0,52716															
3,3											1,73717	1,59175	1,46315	1,34892	1,24704	1,15583	1,07388	**1,00000**	0,90790	0,82660	0,75457	0,69054	0,63344	0,58237	0,53655	0,49534													
3,4											1,86154	1,70572	1,56791	1,44550	1,33633	1,23859	1,15077	1,07160	**1,00000**	0,91045	0,83111	0,76059	0,69770	0,64144	0,59098	0,54559	0,50465												
3,5												1,82418	1,67680	1,54590	1,42914	1,32461	1,23069	1,13395	1,06945	**1,00000**	0,91286	0,83540	0,76632	0,70453	0,64910	0,59925	0,55429	0,51365											
3,6													1,78987	1,65014	1,52551	1,41393	1,31368	1,22330	1,14157	1,06743	**1,00000**	0,91514	0,83947	0,77178	0,71107	0,65645	0,60720	0,56268	0,52233										
3,7														1,75826	1,62547	1,50658	1,39976	1,30346	1,21637	1,13737	1,06552	**1,00000**	0,91731	0,84335	0,77700	0,71732	0,66350	0,61485	0,57077	0,53073	0,49429								
3,8														1,87030	1,72905	1,60258	1,48895	1,38652	1,29388	1,20985	1,13342	1,06372	**1,00000**	0,91937	0,84704	0,78198	0,72332	0,67028	0,62222	0,57857	0,53884	0,50261							
3,9															1,83628	1,70197	1,58129	1,47250	1,37412	1,28488	1,20371	1,12969	1,06202	**1,00000**	0,92133	0,85057	0,78675	0,72906	0,67679	0,62931	0,58610	0,54669	0,51068						
4,0																1,80477	1,67680	1,56144	1,45712	1,36249	1,27642	1,19792	1,12616	1,06040	**1,00000**	0,92319	0,85393	0,79132	0,73458	0,68305	0,63615	0,59338	0,55429	0,51851					
4,1																	1,77551	1,65336	1,54289	1,44269	1,35155	1,26844	1,19245	1,12282	1,05887	**1,00000**	0,92497	0,85715	0,79569	0,73987	0,68907	0,64274	0,60041	0,56165	0,52610	0,49344			
4,2																	1,87744	1,74827	1,63146	1,52551	1,42914	1,34126	1,26091	1,18728	1,11965	1,05741	**1,00000**	0,92667	0,86023	0,79988	0,74496	0,69487	0,64910	0,60720	0,56877	0,53346	0,50097		
4,3																		1,84621	1,72285	1,61097	1,50920	1,41639	1,33154	1,25379	1,18237	1,11664	1,05602	**1,00000**	0,92830	0,86318	0,80391	0,74986	0,70047	0,65525	0,61378	0,57567	0,54061	0,50829	
4,4																			1,81709	1,69908	1,59175	1,49386	1,40437	1,32237	1,24704	1,17772	1,11378	1,05470	**1,00000**	0,92985	0,86601	0,80778	0,75457	0,70586	0,66119	0,62014	0,58237	0,54755	0,51541
4,5																				1,78987	1,67680	1,57369	1,47942	1,39303	1,31368	1,24065	1,17329	1,11105	1,05343	**1,00000**	0,93134	0,86872	0,81150	0,75911	0,71107	0,66692	0,62630	0,58886	0,55429

$$\frac{d_{etalon}}{d_{fém}} > 1,0$$
amely esetekben z = 2,3164

$$1,0 > \frac{d_{etalon}}{d_{fém}}$$
amely esetekben z = 3,2364

Az "eredeti" inverz értékek szelvényeinek egyike (d_{eq} = 3,7 mm)

A táblázat nagyítva itt található:

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/formalizalt-aranyszamok.mht

Ez a táblázat képezi az acélok „Formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek" táblázatának hátterét.

A természetes állapotú és megeresztett acél „formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységét" megkapjuk, ha a formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form}$ arányszámot az etalon acélrúd névleges *Brinell*-keménységével, azaz $HB_{etalon\text{-}névleges}$ = 197 kp/mm² értékkel megszorozzuk.

Formalizált $\kappa_{\text{Poldi-form}} = (d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}})^z$ arányszámok oszlopdiagramja

A természetes állapotú és megeresztett acél „formalizált $HB_{\text{Poldi-névleges}}$ keménységét” megkapjuk, ha a formalizált $\kappa_{\text{Poldi-form}}$ arányszámot az etalon acélrúd névleges *Brinell*-keménységével, azaz $HB_{\text{etalon-névleges}}$ = 197 kp/mm² értékkel megszorozzuk.



A „formalizált $HB_{\text{Poldi-névleges}}$ táblázat acélokra" hátterét képező $\kappa_{\text{Poldi-form}} = (d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}})^z$ arányszámok oszlopdiagramja
(Az acélok formalizált $HB_{\text{Poldi-névleges}}$ keménységei osztva az etalon acélrúd névleges *Brinell*-keménységével, azaz $HB_{\text{etalon-névleges}}$ = 197 kp/mm² értékkel)

$\kappa_{\text{Poldi-form}} = (d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}})^z$

0,00 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 2,00

$d_{\text{fém}}$, mm (A táblázatban oszlop)

1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2 2,3 2,4 2,5 2,6 2,7 2,8 2,9 3,0 3,1 3,2 3,3 3,4 3,5 3,6 3,7 3,8 3,9 4,0 4,1 4,2 4,3 4,4 4,5 4,6 4,7 4,8 4,9 5,0 5,1 5,2 5,3 5,4

$(d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}})^{2,3164}$ = 1,87744

Ha $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ > 1,0, akkor z = 2,3164
(A táblázat bal, alsó része)

$d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ = 1,0

Ha $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ < 1,0, akkor z = 3,2364
(A táblázat jobb, felső része)

$(d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}})^{3,2364}$ = 0,50465

$d_{\text{fém}}$, mm (A táblázatban oszlop)

1,6 1,8 1,9 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,4

d_{etalon}, mm (A táblázatban sor)

2,0 2,5 3,0 3,5

Dr. Kausay Tibor

A táblázat nagyítva itt található:

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/formalizalt-hb-poldi-oszlopdiagram.mht

Formalizált táblázat (részlet) - 1 - oldal

a természetes állapotú és megeresztett acélok névleges *Brinell*-keménységének meghatározására *Poldi*-kalapáccsal

$$\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}} > 1{,}0$$

$$1{,}0 > \frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}$$

d_{etalon}, mm	$d_{\text{fém}}$, mm															
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	162	135	113												
1,7	227	197	164	137	116	99										
1,8	259	225	197	165	140	120	103									
1,9	293	255	223	197	167	142	123	106								
2,0	330	287	251	222	197	168	145	125	109							
2,1	370	321	282	248	221	197	169	147	128	112	99					
2,2		358	314	277	246	219	197	171	149	130	115	102				
2,3			348	307	272	243	218	197	172	150	132	117	104			
2,4				338	301	268	241	217	197	173	152	135	120	107		
2,5					330	295	265	239	217	197	174	154	137	122	109	98

z = 2,3164

z = 3,2364

$$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\propto} = HB_{\text{etalon,névleges}} \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^{z}$$

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált *Brinell*-keménysége *a szabványos táblázattal egyező*, ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázat szerint

	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1
1,6	70 197	58 182	48 134	40 112												
1,7	81 227	70 197	58 164	49 137	41 116	35 98										
1,8	92 258	80 225	70 197	59 166	50 140	42 119	36 101									
1,9	104 292	91 255	79 223	70 197	59 167	50 142	43 122	37 105								
2	116 327	102 286	89 251	79 222	70 197	60 169	51 145	44 125	[illegible] 108							
2,1	130 365	113 319	99 280	88 248	78 221	70 197	60 170	52 147	45 127	39 111	34 97					
2,2		126 354	111 311	98 276	87 245	78 220	70 197	61 171	53 149	46 130	40 114	35 100				
2,3			122 344	108 305	97 272	86 243	78 219	70 197	61 172	53 150	47 132	41 117	36 103			
2,4				119 336	106 299	95 268	86 241	77 218	70 197	61 173	54 152	47 134	42 119	37 106		
2,5					117 328	104 294	94 264	85 239	77 217	70 197	62 174	55 154	48 136	43 121	38 108	34 97

Az acélok *Poldi*-kalapáccsal vizsgált névleges *Brinell*-keménysége a ma forgalomban lévő *Poldi*-táblázat szerint

A 182 sajtóhiba, helyesen: 162

Tessék e két táblázat megfelelő értékeit összevetni, lényegében azonosak.

Természetes állapotú és megeresztett acélok névleges *Brinell*-keménységének *Poldi*-kalapáccsal mért, „formalizált” értéke

„Formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ táblázat acélokra”, összevetve az acélok szabványokkal megegyező mai műszergyártói $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ táblázatával

TERMÉSZETES ÁLLAPOTÚ ÉS MEGERESZTETT ACÉLOK *BRINELL* -KEMÉNYSÉGÉNEK *POLDI* -KALAPÁCCSAL MÉRT ÉRTÉKE

Betonopus

Formalizált táblázat, összevetve a mai műszergyártói táblázattal

A Poldi-kalapács golyójának átmérője: D = 10 mm

Ha $d_{etalon}/d_{fém} > 1$, akkor $z = 2{,}3164$ $HB_{Poldi\text{-}névleges} = 197 \times (d_{etalon}/d_{fém})^{z}$ kp/mm²   Ha $d_{etalon}/d_{fém} < 1$, akkor $z = 3{,}2364$

A benyomódás átmérője a vizsgált fémen, $d_{fém}$, mm

Benyom. átmérője a *Poldi* etalon rúdon, d_{etalon}, mm	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
1,6	197	162	135	113												
1,7	227	197	164	137	116	99										
1,8	259	225	197	165	140	120	103									
1,9	293	255	223	197	167	142	123	106								
2,0	330	287	251	222	197	168	145	125	109							
2,1	370	321	282	248	221	197	169	147	128	112	99					
2,2		358	314	277	246	219	197	171	149	130	115	102				
2,3			348	307	272	243	218	197	172	150	132	117	104			
2,4				338	301	268	241	217	197	173	152	135	120	107		
2,5					330	295	265	239	217	197	174	154	137	122	109	98
2,6					362	323	290	262	237	216	197	174	155	138	124	111
2,7						353	317	286	259	235	215	197	175	156	140	126
2,8							344	311	282	256	234	214	197	176	158	142
2,9								337	305	278	254	232	214	197	177	159
3,0								365	330	301	274	251	231	213	197	177
3,1									356	324	296	271	249	230	213	197
3,2										349	319	292	268	247	229	212
3,3											342	314	288	266	246	228
3,4											367	336	309	285	263	244
3,5												359	330	305	282	261
3,6													353	325	301	279
3,7														346	320	297
3,8														368	341	316
3,9															362	335
4,0																356
4,1																
4,2																
4,3																
4,4																
4,5																

d_{etalon}, mm	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
1,6																							
1,7																							
1,8																							
1,9																							
2,0																							
2,1																							
2,2																							
2,3																							
2,4																							
2,5																							
2,6	101																						
2,7	114	103																					
2,8	128	116	105																				
2,9	143	130	118	107	98																		
3,0	160	145	131	120	109	100																	
3,1	178	161	146	133	121	111	102																
3,2	197	178	162	147	135	123	113	104															
3,3	212	197	179	163	149	136	125	115	106	98													
3,4	227	211	197	179	164	150	137	126	116	107	99												
3,5	242	223	211	197	180	165	151	139	128	118	109	101											
3,6	259	241	225	210	197	180	165	152	140	129	120	111	103										
3,7	276	257	240	224	210	197	181	166	153	141	131	121	112	105	97								
3,8	293	273	255	238	223	210	197	181	167	154	142	132	123	114	106	99							
3,9	312	290	271	253	237	223	209	197	182	168	155	144	133	124	115	108	101						
4,0	330	308	287	268	251	236	222	209	197	182	168	156	145	135	125	117	109	102					
4,1	350	326	304	284	266	250	235	221	209	197	182	169	157	146	136	127	118	111	104	97			
4,2	370	344	321	301	282	264	248	234	221	208	197	183	169	158	147	137	128	120	112	105	99		
4,3		364	339	317	297	279	262	247	233	220	208	197	183	170	158	148	138	129	121	113	107	100	
4,4			358	335	314	294	277	261	246	232	219	208	197	183	171	159	149	139	130	122	115	108	102
4,5				353	330	310	291	274	259	244	231	219	208	197	183	171	160	150	140	131	123	116	109

Helyesen: 162

Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück

Kugeleindruck-Durchmesser in mm im Vergleichsstab (Stahl 70 kg/mm² Festigkeit)	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
1,6	70 / 197	58 / 182	48 / 134	40 / 112																		
1,7	81 / 227	70 / 197	58 / 164	49 / 137	41 / 116	35 / 98																
1,8	92 / 258	80 / 225	70 / 197	59 / 166	50 / 140	42 / 119	36 / 101															
1,9	104 / 292	91 / 255	79 / 223	70 / 197	59 / 167	50 / 142	43 / 122	37 / 105														
2	116 / 327	102 / 286	89 / 251	79 / 222	70 / 197	60 / 169	51 / 145	44 / 125	38 / 108													
2,1	130 / 365	113 / 319	99 / 280	88 / 248	78 / 221	70 / 197	60 / 170	52 / 147	45 / 127	39 / 111	34 / 97											
2,2		126 / 354	111 / 311	98 / 276	87 / 245	78 / 220	70 / 197	61 / 171	53 / 149	46 / 130	40 / 114	35 / 100										
2,3			122 / 344	108 / 305	97 / 272	86 / 243	78 / 219	70 / 197	61 / 172	53 / 150	47 / 132	41 / 117	36 / 103									
2,4				119 / 336	106 / 299	95 / 268	86 / 241	77 / 218	70 / 197	61 / 173	54 / 152	47 / 134	42 / 119	37 / 106								
2,5					117 / 328	104 / 294	94 / 264	85 / 239	77 / 217	70 / 197	62 / 174	55 / 154	48 / 136	43 / 121	38 / 108	34 / 97						
2,6					127 / 358	114 / 321	103 / 289	93 / 261	84 / 237	77 / 216	70 / 197	62 / 175	55 / 155	49 / 138	44 / 123	39 / 110	35 / 99					
2,7						124 / 349	112 / 314	101 / 285	92 / 259	84 / 236	76 / 215	70 / 197	62 / 176	56 / 156	50 / 140	44 / 125	40 / 113	36 / 101				
2,8							121 / 341	110 / 309	100 / 281	91 / 256	83 / 234	76 / 215	70 / 197	63 / 177	56 / 158	50 / 142	45 / 128	41 / 115	37 / 104			
2,9								119 / 335	108 / 304	98 / 277	90 / 254	83 / 233	76 / 214	70 / 197	63 / 177	56 / 159	51 / 144	46 / 129	42 / 117	38 / 106	34 / 96	
3								128 / 361	117 / 329	106 / 299	97 / 274	89 / 252	82 / 232	76 / 214	70 / 197	63 / 178	57 / 160	51 / 145	46 / 131	42 / 119	38 / 108	35 / 97
3,1									125 / 353	114 / 322	105 / 295	96 / 271	89 / 250	82 / 231	76 / 213	70 / 197	63 / 178	57 / 161	52 / 146	47 / 133	43 / 121	39 / 110
3,2										123 / 346	113 / 317	104 / 292	95 / 268	88 / 248	81 / 229	75 / 212	70 / 197	64 / 179	58 / 163	52 / 147	48 / 135	44 / 123
3,3											120 / 339	111 / 312	102 / 287	94 / 266	87 / 246	81 / 228	75 / 212	70 / 197	64 / 180	58 / 163	53 / 149	48 / 136
3,4											129 / 363	119 / 334	109 / 308	101 / 285	93 / 263	87 / 244	81 / 227	75 / 212	70 / 197	64 / 180	59 / 165	53 / 150
3,5												126 / 356	117 / 328	108 / 303	100 / 281	93 / 261	86 / 243	80 / 226	75 / 211	70 / 197	64 / 181	59 / 165
3,6													124 / 350	115 / 323	106 / 299	99 / 278	92 / 259	86 / 241	80 / 225	75 / 211	70 / 197	64 / 181
3,7														122 / 343	113 / 318	105 / 296	98 / 275	91 / 257	85 / 240	80 / 225	75 / 210	70 / 197
3,8														130 / 365	120 / 338	112 / 314	104 / 292	97 / 273	91 / 255	85 / 239	80 / 224	75 / 210
3,9															127 / 358	118 / 333	110 / 310	103 / 289	96 / 270	90 / 253	84 / 238	79 / 223
4																125 / 352	117 / 328	109 / 306	101 / 296	95 / 268	89 / 252	84 / 236
4,1																	123 / 347	115 / 323	108 / 303	101 / 283	95 / 266	89 / 250
4,2																	130 / 366	121 / 341	114 / 320	106 / 299	100 / 281	94 / 264
4,3																		128 / 360	120 / 337	112 / 315	105 / 296	99 / 278
4,4																			126 / 355	118 / 332	111 / 312	104 / 293
4,5																				124 / 349	117 / 328	110 / 309

Kugeleindruck-Durchmesser in mm im Vergleichsstab	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4
3,1	36 / 101																
3,2	40 / 112	36 / 102															
3,3	44 / 124	40 / 114	37 / 105	34 / 96													
3,4	49 / 137	45 / 126	41 / 115	38 / 106	35 / 98												
3,5	54 / 151	49 / 139	45 / 127	42 / 117	38 / 108	35 / 100											
3,6	59 / 166	54 / 152	50 / 140	46 / 129	42 / 119	39 / 110	36 / 101										
3,7	64 / 182	59 / 167	55 / 154	50 / 141	46 / 131	43 / 121	39 / 111	37 / 103	34 / 96								
3,8	70 / 197	65 / 182	60 / 168	55 / 154	51 / 143	47 / 132	43 / 122	40 / 113	37 / 105	35 / 98							
3,9	75 / 210	70 / 197	65 / 182	60 / 168	55 / 155	51 / 144	47 / 133	44 / 123	41 / 115	38 / 107	35 / 100						
4	79 / 223	74 / 209	70 / 197	65 / 182	60 / 169	56 / 156	51 / 145	47 / 134	44 / 125	41 / 116	38 / 108	36 / 101					
4,1	84 / 236	79 / 221	74 / 209	70 / 197	65 / 183	60 / 169	56 / 157	52 / 146	48 / 136	45 / 126	42 / 117	39 / 110	36 / 102	34 / 96			
4,2	88 / 249	83 / 234	79 / 221	74 / 209	70 / 197	65 / 183	60 / 170	56 / 158	52 / 147	49 / 137	45 / 127	42 / 119	39 / 111	37 / 104	35 / 97		
4,3	93 / 262	88 / 247	83 / 233	78 / 220	74 / 208	70 / 197	65 / 183	61 / 171	57 / 159	53 / 148	49 / 138	46 / 129	43 / 120	40 / 113	37 / 105	35 / 99	
4,4	98 / 276	92 / 260	88 / 246	82 / 232	78 / 220	74 / 208	70 / 197	65 / 184	61 / 172	57 / 160	53 / 149	49 / 139	46 / 130	43 / 122	40 / 114	38 / 107	35 / 100
4,5	103 / 291	97 / 274	92 / 259	87 / 245	82 / 232	78 / 220	74 / 208	70 / 197	65 / 184	61 / 172	57 / 160	53 / 150	50 / 140	47 / 131	44 / 123	41 / 115	38 / 108

Helyesen: 286

Dr. Kausay Tibor

A táblázat nagyítva itt található:

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/formalizalt-hb-poldi-tablazat.mht

Érdekességképp fenn említettük, hogy a

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$$

arányossági számok táblázatba foglalt κ_{Poldi} adatainak cellajellemzőit (d_{etalon} és $d_{\text{fém}}$) felcserélve az adat (κ_{Poldi}) reciprokát, azaz inverzét kapjuk meg.

Ez a szabály a κ_{Poldi} sorba fejtéssel kapott

$$\kappa_{\text{Poldi}} \cong \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2} = \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^2$$

közelítő értékére is fennáll.

A szabály természetesen érvényét veszti, ha a κ_{Poldi} arányossági számot a $HB_{\text{etalon-névleges}}$ értékkel megszorozzuk, tehát a

$HB_{\text{Poldi-névleges}} = Hb_{\text{etalon-névleges}} \times \kappa_{\text{Poldi}}$ és $HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \kappa_{\text{Poldi}}$

értékekre az inverz szabály nem érvényes.

Fenn az egyenértékű átmérőkhöz (d_{eq}) tartozó κ_{Poldi} = 1,0 *geometriai* viszonyszámokat összekötő egyenest az *inverz értékek tengelyének* neveztük. A „formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form} = (d_{etalon}/d_{fém})^z$ arányszámok" táblázatában és a „formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek" táblázatában az inverz értékek tengelyének két oldalán szereplő adatok más-más z hatványkitevőhöz tartoznak, következésképpen

a „formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form} = (d_{etalon}/d_{fém})^z$ arányszámok" és a „formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek" táblázatában

az inverz értékek tengelye helyett

az egyenértékű átmérők (d_{eq}) alkotta tengelyről helyes beszélni.

Valamely egyenértékű átmérőhöz (d_{eq}) tartozó *geometriai* κ_{Poldi} inverz értékeket összekötő egyenest fenn az *inverz értékek szelvényének* neveztük, ezzel szemben a „formalizált $\kappa_{Poldi\text{-}form} = (d_{etalon}/d_{fém})^z$ arányszámok" és a „formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek" táblázata vonatkozásában e megváltozott szelvényt a (d_{eq}) átmérőhöz tartozó *átlóban fekvő értékek szelvényének* nevezzük.

A következő példában nézzük meg,

hogy acélok esetén a d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó, a táblázatban a (($d_{etalon} = d_{eq} + 0,4$); ($d_{fém} = d_{eq} - 0,4$)) és a (($d_{etalon} = d_{eq} - 0,4$); ($d_{fém} = d_{eq} + 0,4$)) cellát, mint pontokat összekötő egyenesen fekvő táblázati cellákban (d_{etalon}; $d_{fém}$) szereplő $HB_{Poldi,névleges}$ keménységek a szabványok és műszergyártói táblázatok adataihoz képest mely értékeket veszik fel

- a sorba fejtéssel kapott közelítő

$$HB_{Poldi-névleges} \cong 197 \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^2$$

- és a formalizált $HB_{Poldi-névleges}$ keménységet adó

$$HB_{Poldi-névleges-form} \cong 197 \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^z$$

összefüggéssel számolva.

A számítás eredményét olyan koordináta-rendszerben mutatjuk be, amelynek az abszcissza-tengelyét (x) $\sqrt{2}$ értékkel megnyújtottuk, a vizsgált táblázatbeli cellák elhelyezkedésének átlós voltát érzékeltetve.

A d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó, a táblázatban a ((d_{etalon} = d_{eq}+ 0,4); ($d_{fém}$ = d_{eq} - 0,4)) és a ((d_{etalon} = d_{eq} - 0,4); ($d_{fém}$ = d_{eq} + 0,4)) cellát, mint pontokat összekötő egyenesen fekvő táblázati cellákban (d_{etalon}; $d_{fém}$) szereplő $HB_{Poldi\text{-}névleges}$ keménységek a szabványokkal egyező műszergyártói táblázatban, acélokra:

Kugeleindruck-Durchmesser in mm im untersuchten Stück

	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3
3,1									125 / 353	114 / 322	105 / 295	96 / 271	89 / 250	82 / 231	76 / 213
3,2										123 / 346	113 / 317	104 / 292	95 / 268	88 / 248	81 / 229
3,3											120 / 339	111 / 312	102 / 287	94 / 266	87 / 246
3,4											129 / 363	119 / 334	109 / 308	101 / 285	93 / 263
3,5												126 / 356	117 / 328	108 / 303	100 / 281
3,6													124 / 350	115 / 323	106 / 299
3,7														122 / 343	113 / 318
3,8														130 / 365	120 / 338
3,9															127 / 358
4															
4,1															
4,2															

	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2
3,1	70 / 197	63 / 178	57 / 161	52 / 146	47 / 133	43 / 121	39 / 110	36 / 101				
3,2	75 / 212	70 / 197	64 / 179	58 / 163	52 / 147	48 / 135	44 / 123	40 / 112	36 / 102			
3,3	81 / 228	75 / 212	70 / 197	64 / 180	58 / 163	53 / 149	48 / 136	44 / 124	40 / 114	37 / 105	34 / 96	
3,4	87 / 244	81 / 227	75 / 212	70 / 197	64 / 180	59 / 165	53 / 150	49 / 137	45 / 126	41 / 115	38 / 106	35 / 98
3,5	93 / 261	86 / 243	80 / 226	75 / 211	70 / 197	64 / 181	59 / 165	54 / 151	49 / 139	45 / 127	42 / 117	38 / 108
3,6	99 / 278	92 / 259	86 / 241	80 / 225	75 / 211	70 / 197	64 / 181	59 / 166	54 / 152	50 / 140	46 / 129	42 / 119
3,7	105 / 296	98 / 275	91 / 257	85 / 240	80 / 225	75 / 210	70 / 197	64 / 182	59 / 167	55 / 154	50 / 141	46 / 131
3,8	112 / 314	104 / 292	97 / 273	91 / 255	85 / 239	80 / 224	75 / 210	70 / 197	65 / 182	60 / [illegible]	55 / [illegible]	51 / 143
3,9	118 / 333	110 / 310	103 / 289	96 / 270	90 / 253	84 / 238	79 / 223	75 / 210	70 / 197	[illegible] / 182	[illegible]	55 / [illegible]
4	125 / [illegible]	117 / 328	109 / 306	101 / 296	95 / 268	89 / 252	84 / 236	79 / 223	74 / 209	70 / 197	[illegible] / 182	[illegible]
4,1		[illegible] / 347	115 / 323	108 / 303	101 / 283	95 / 266	89 / 250	[illegible] / 236	[illegible] / 221	[illegible] / 209	[illegible] / 197	[illegible] / 183
4,2		130 / 366	121 / 341	114 / 320	106 / 299	100 / 281	94 / 264	88 / 249	83 / 234	79 / 221	74 / 209	70 / 197

$d_{fém}$

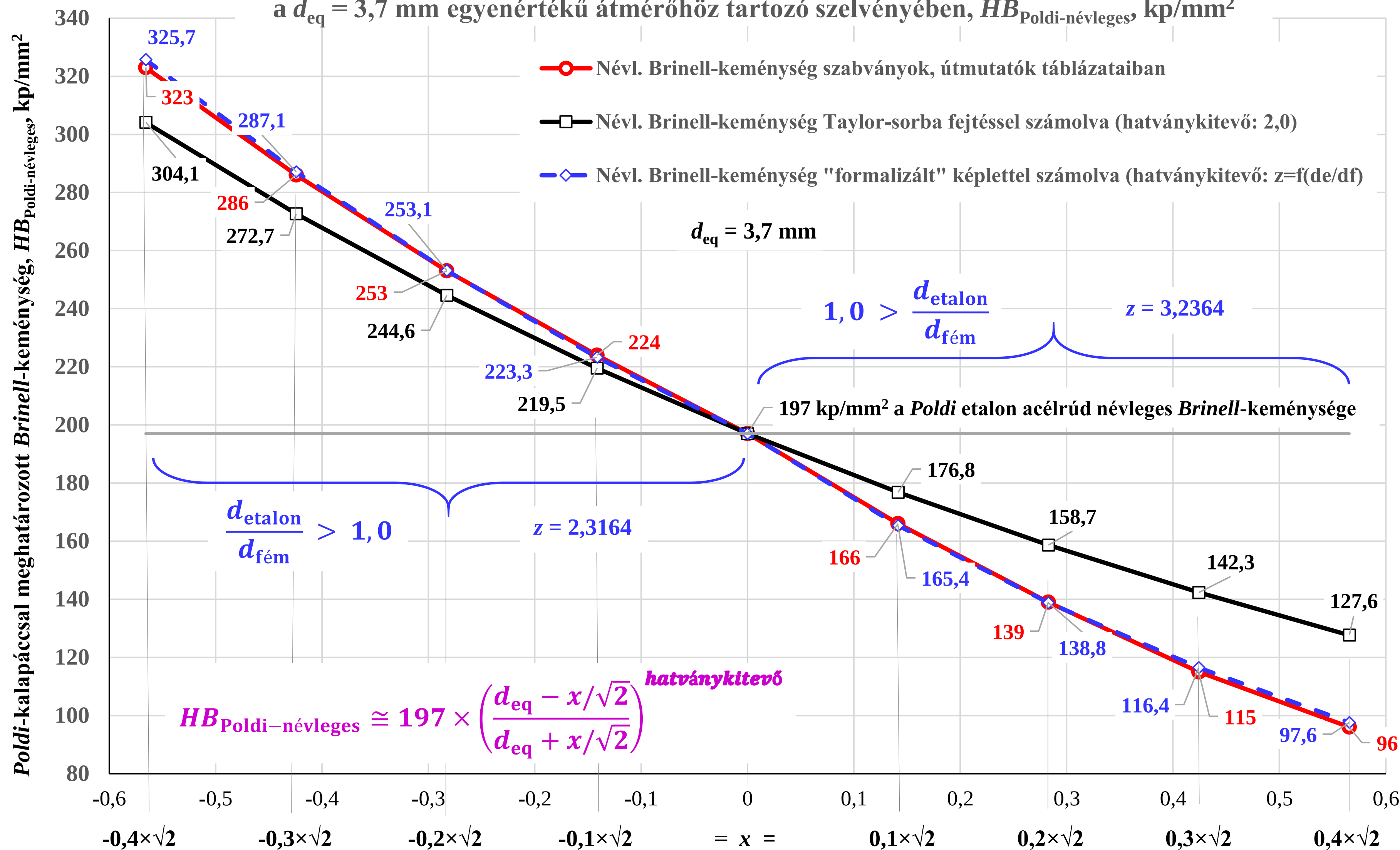
d_{etalon}

A 296 sajtóhiba, helyesen: 286

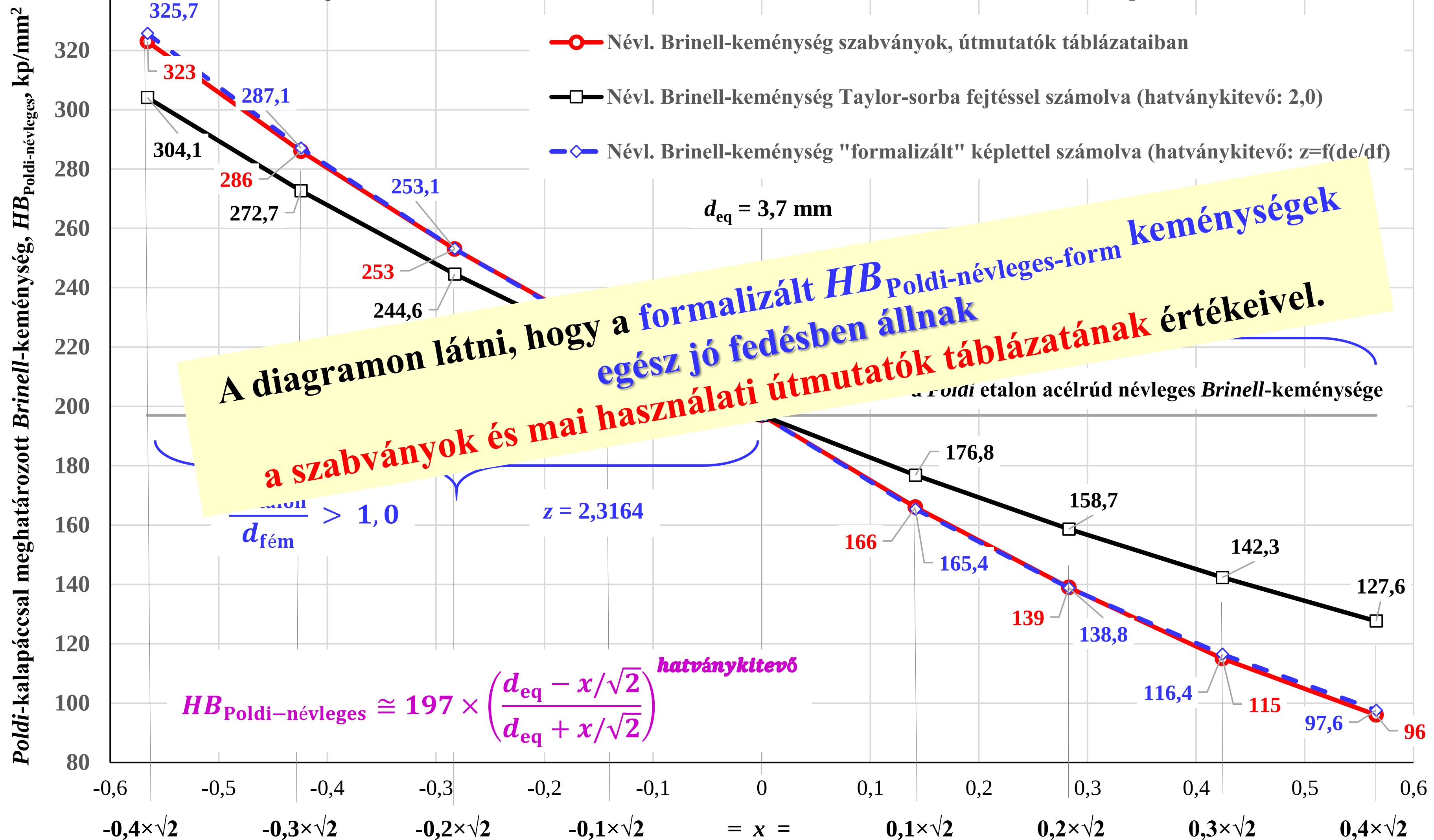
Lásd: (MSZ-05 83.2100:1981)

d_{eq} tengely

átlós szelvény



Az acélok Poldi-kalapáccsal meghatározott névleges Brinell-keménysége a táblázatoknak
a d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó szelvényében, $HB_{Poldi\text{-}névleges}$, kp/mm²
Poldi-kalapáccsal meghatározott Brinell-keménység, $HB_{Poldi\text{-}névleges}$, kp/mm²
Névl. Brinell-keménység szabványok, útmutatók táblázataiban
Névl. Brinell-keménység Taylor-sorba fejtéssel számolva (hatványkitevő: 2,0)
Névl. Brinell-keménység "formalizált" képlettel számolva (hatványkitevő: z=f(de/df)
d_{eq} = 3,7 mm
$1,0 > \frac{d_{etalon}}{d_{fém}}$
z = 3,2364
197 kp/mm² a Poldi etalon acélrúd névleges Brinell-keménysége
$\frac{d_{etalon}}{d_{fém}} > 1,0$
z = 2,3164
$HB_{Poldi-névleges} \cong 197 \times \left(\frac{d_{eq} - x/\sqrt{2}}{d_{eq} + x/\sqrt{2}}\right)^{hatványkitevő}$
325,7
323
304,1
287,1
286
272,7
253,1
253
244,6
224
223,3
219,5
176,8
166
165,4
158,7
142,3
139
138,8
127,6
116,4
115
97,6
96
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
-0,6
-0,5
-0,4
-0,3
-0,2
-0,1
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
-0,4×√2
-0,3×√2
-0,2×√2
-0,1×√2
= x =
0,1×√2
0,2×√2
0,3×√2
0,4×√2



Az acélok Poldi-kalapáccsal meghatározott névleges Brinell-keménysége a táblázatoknak
a d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó szelvényében, $HB_{Poldi\text{-}névleges}$, kp/mm²
Névl. Brinell-keménység szabványok, útmutatók táblázataiban
Névl. Brinell-keménység Taylor-sorba fejtéssel számolva (hatványkitevő: 2,0)
Névl. Brinell-keménység "formalizált" képlettel számolva (hatványkitevő: z=f(de/df)
d_{eq} = 3,7 mm
A diagramon látni, hogy a formalizált $HB_{Poldi\text{-}névleges\text{-}form}$ keménységek
egész jó fedésben állnak
a szabványok és mai használati útmutatók táblázatának értékeivel.
etalon acélrúd névleges Brinell-keménysége
z = 2,3164
> 1,0
$d_{fém}$
$HB_{Poldi-névleges} \cong 197 \times \left(\frac{d_{eq} - x/\sqrt{2}}{d_{eq} + x/\sqrt{2}}\right)^{hatványkitevő}$
Poldi-kalapáccsal meghatározott Brinell-keménység, $HB_{Poldi\text{-}névleges}$, kp/mm²
325,7
323
304,1
287,1
286
272,7
253,1
253
244,6
176,8
166
165,4
158,7
142,3
139
138,8
127,6
116,4
115
97,6
96
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
-0,6
-0,5
-0,4
-0,3
-0,2
-0,1
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
-0,4×√2
-0,3×√2
-0,2×√2
-0,1×√2
= x =
0,1×√2
0,2×√2
0,3×√2
0,4×√2

Végül még néhány szó azokról az irodalomban talált képletekről, amelyeknek a – szabványok és használati útmutatók *Poldi*-kalapácsos táblázatbeli HB_{Poldi} értékei közelítő leírására a sorba fejtett hányadossal és a $z \neq 2$ hatványkitevővel – fenn kidolgozott

$$HB_{Poldi-névleges-form} \cong 197 \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^{z}$$

képletünk tulajdonképpen a leképzése.

***Siebel* et al. (1955) könyvének 427. oldalán a *Taylor*-sorba fejtett *Poldi*-kalapácsos** $H = H_{etalon} \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^{2}$ **összefüggéshez (*Gillemot*, 1972) hasonló**

$$H = H_{v} \times \left(\frac{d_{v}}{d}\right)^{n}$$

képlet található, vitathatatlanul az etalonrudat alkalmazó *Poldi-féle* keménységvizsgálatra vonatkozólag (a képletben *v* = Vergleichsstück, értsd alatta az etalon rudat). Ebben a képletben a hatványkitevő *n*, azaz nem feltétlenül 2.

Figyelemre méltó *Siebel* et al. (1955) könyvének 426. oldala is, amely oldalon arról írtak, hogy azonos keménységtartományban a statikus vizsgálat nagyobb benyomódás átmérőket eredményez, mint a kalapácsos dinamikus vizsgálat (például a *Baumann-Steinrück*-féle vagy a *Poldi*-féle kalapácsos keménységvizsgálat).

mung der Eindruckdurchmesser nicht immer mit der hierbei notwendigen Genauigkeit durchgeführt werden kann. Wie groß sich die unvermeidlichen Ablesestreuungen bei Benutzung eines Aufsetzmikroskops mit einer Vergrößerung $V = 15$ im Vergleich zur statischen Brinellprüfung auf die Härtebestimmung auswirken, zeigt Abb. 53.

Bei den anderen Schlaghärteprüfern, mit denen durch einen Hammerschlag die Eindrücke erzeugt werden, ist die Schlagenergie unbekannt. Es wird deshalb mit demselben Schlag gleichzeitig ein Eindruck in einem Vergleichsstück von bekannter Härte und in dem Versuchsstück erzeugt. Aus dem Vergleich beider Eindrücke wird die Härtezahl des Versuchsstückes ermittelt $H = H_v \left(\frac{d_v}{d}\right)^n$, wobei der Index v den Kenngrößen am Vergleichsstück zugeordnet ist.

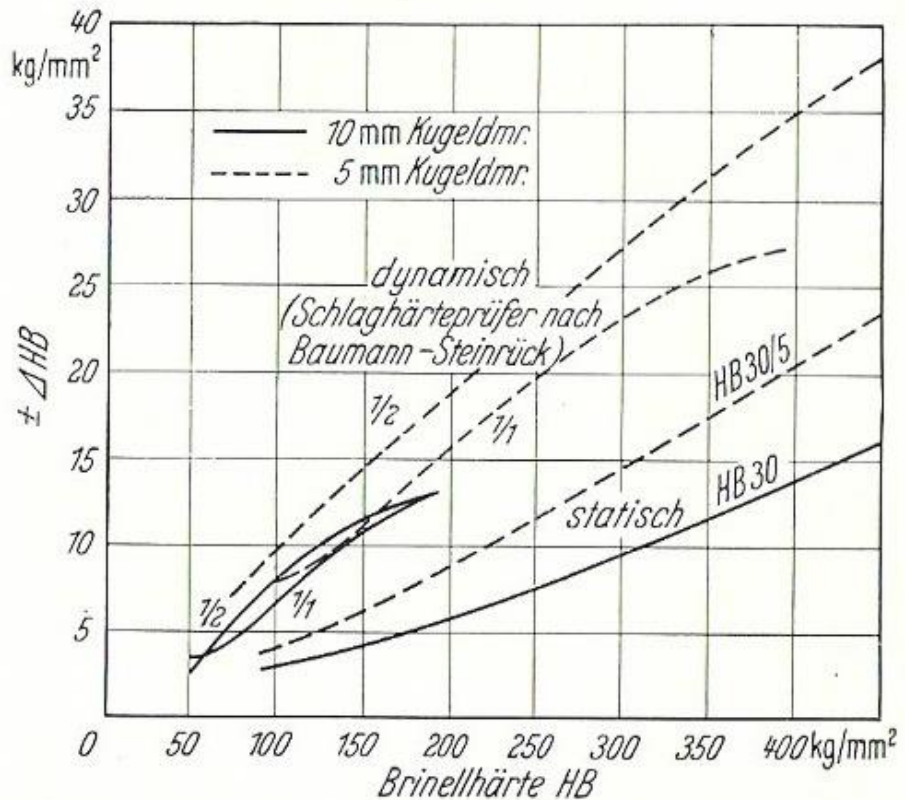


Abb. 53. Härtestreuungen infolge Ablesestreuungen beim statischen und dynamischen Versuch.

A *Gmelins Handbuch* (1937) H 70 Fe (C) oldalán a *Poldi*-kalapácsos keménységvizsgálattal mérhető keménység (H_x) kiszámítására a

$$H_x = H_v \times \left(\frac{O_v}{O_x}\right)^2$$

képletet adták meg annak esetére, ha a vizsgált fém keménysége (H_x) és az etalonrúd keménysége (H_v) között nincs nagy eltérés.

A képletben O_v a benyomódás gömbsüvegének felülete az etalonrúdban és O_x a benyomódás gömbsüvegének felülete a vizsgált fémben (*O* = Oberfläche des Kugeleindruckes; v = Vergleichsmaterial)

Ez a $H_x = H_v \times (O_v/O_x)^2$ alakú összefüggés ellentmond a *Brinell*-keménység fogalmának, amely szerint az erőt a benyomódás felületére, és nem annak négyzetére vonatkoztatjuk.

A *Gmelins Handbuch*-ban utaltak arra, hogy a vizsgált fém és az etalonrúd ütési benyomódása alapján a keménység *táblázatból* kiolvasható, de táblázatot az erre utaló hivatkozások egyikében sem találtunk.

Gmelin et al., 1937

meters für einen bestimmten Normalbereich gegenüber den bisherigen Feststellungen erweitert werden kann und geben hierfür die Formel

$$H_{Brinellmeter} = \left(\frac{d_o}{d}\right)^x \cdot H_o$$

(d bezw. d_o = Eindruckdurchmesser, H_o = Brinellhärte des Normalkörpers) an. Für den Exponenten x wird auf Grund der Verss. der Wert 2.8 angegeben, wobei jedoch nicht geklärt ist, ob dieser Wert als endgültig bestimmt und allgemein gültig angesehen werden kann. — S. auch M. MOSER (*Oberflächentechn.* **6** [1929] 82; *Kruppsche Monatshefte* **10** [1929] 71).

Bestimmung der Härte mit dem Poldi-Härteprüfer. Durch den Schlag mit einem Hand hammer wird eine Kugel gleichzeitig in den Prüfkörper und in einen Vergleichsstab[1]) bestimmter Härte eingedrückt. Solange die Härte H_X des Probestückes und die Härte H_V des Vergleichsmaterials nicht sehr verschieden sind, gilt

$$H_X = H_V \cdot \left(\frac{O_V}{O_X}\right)^2$$

(O_X = Oberfläche des Kugeleindruckes auf dem Probestück; O_V = Oberfläche des Kugeleindruckes auf dem Vergleichsstück). Aus einer Zahlentafel wird aus dem Verhältnis der beiden Schlageindrücke die Härtezahl ermittelt, (anonym in *Z. Vereins Deutsch. Ing.* **56** [1912] 1522), (anonym in *Chem. met. Eng.* **24** [1921] 226). — S. dazu M. v. SCHWARZ (*Stahl Eisen* **42** [1922] 588), P. W. DÖHMER (*Meßtechn.* **3** [1927] 293), E. IRION (*Metallbörse* **21** [1931] 867), O. JÄHNERT (*Maschinenbau* **15** [1936] 22).

A *Gmelins Handbuch* (1937) ugyanezen helyén, a H 69 - H 70 Fe (C) oldalon – *Körber, F.* és *Simonsen, J. B.* 1922 évi kutatási jelentésére hivatkozva –, ha nem is a *Poldi*-kalapácsos vizsgálat, hanem általában a kalapácsos dinamikus keménységvizsgálat eredményéből a *Brinell*-keménység kiszámítására

$$H_{Brinellmeter} = \left(\frac{d_o}{d}\right)^{x} \times H_o$$

alakú összefügést is közöltek.

Figyelmet érdemel a *Gmelins Handbuch* (1937) H 70 Fe (C) oldalán e képlettel kapcsolatban olvasható szöveg: „Az *x* hatványkitevőre a szerzők 2,8 értéket adtak meg, miközben nem tisztázták, hogy ez az érték véglegesnek és általános érvényűnek tekinthető-e.”

Érdekes, hogy az általunk kidolgozott

$$HB_{\text{Poldi-névleges-form}} \cong 197 \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^{z}$$

összefüggésben a *Poldi*-táblázatok értékeinek megfelelő *z* hatványkitevő átlaga

$d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}} > 1,0$ esetén $z = 2,3164$, és $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}} < 1,0$ esetén $z = 3,2364$,

amely értékek számtani közepe szintén 2,8 (pontosabban: 2,7764).

F. Körber, J. B. Simonsen (*Mitt. K. W. Inst. Eisenforschung* **4** [1922] 64) finden als Ergebnis weiterer Unterss., daß durch Abänderung ihres Berechnungsverf. der Versuchsbereich des Brinell-

Gmelin et al., 1937

meters für einen bestimmten Normalbereich gegenüber den bisherigen Feststellungen erweitert werden kann und geben hierfür die Formel

$$H_{Brinellmeter} = \left(\frac{d_o}{d}\right)^x \cdot H_o$$

(d bezw. d_o = Eindruckdurchmesser, H_o = Brinellhärte des Normalkörpers) an. Für den Exponenten x wird auf Grund der Verss. der Wert 2.8 angegeben, wobei jedoch nicht geklärt ist, ob dieser Wert als endgültig bestimmt und allgemein gültig angesehen werden kann. — S. auch M. Moser (*Oberflächentechn.* **6** [1929] 82; *Kruppsche Monatshefte* **10** [1929] 71).

Bestimmung der Härte mit dem Poldi-Härteprüfer. Durch den Schlag mit einem Hand hammer wird eine Kugel gleichzeitig in den Prüfkörper und in einen Vergleichsstab[1]) bestimmter Härte eingedrückt. Solange die Härte H_X des Probestückes und die Härte H_V des Vergleichsmaterials nicht sehr verschieden sind, gilt

$$H_X = H_V \cdot \left(\frac{O_V}{O_X}\right)^2$$

(O_X = Oberfläche des Kugeleindruckes auf dem Probestück; O_V = Oberfläche des Kugeleindruckes auf dem Vergleichsstück). Aus einer Zahlentafel wird aus dem Verhältnis der beiden Schlageindrücke die Härtezahl ermittelt, (anonym in *Z. Vereins Deutsch. Ing.* **56** [1912] 1522), (anonym in *Chem. met. Eng.* **24** [1921] 226). — S. dazu M. v. Schwarz (*Stahl Eisen* **42** [1922] 588), P. W. Döhmer (*Meßtechn.* **3** [1927] 293), E. Irion (*Metallbörse* **21** [1931] 867), O. Jähnert (*Maschinenbau* **15** [1936] 22).

A *Gmelins Handbuch* (1937) H 69 - H 70 Fe (C) oldalán idézett

$$H_{Brinellmeter} = \left(\frac{d_o}{d}\right)^{x} \times H_o \quad \rightarrow \quad HB_{\text{Poldi-névleges}} = \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^{2,8} \times 197$$

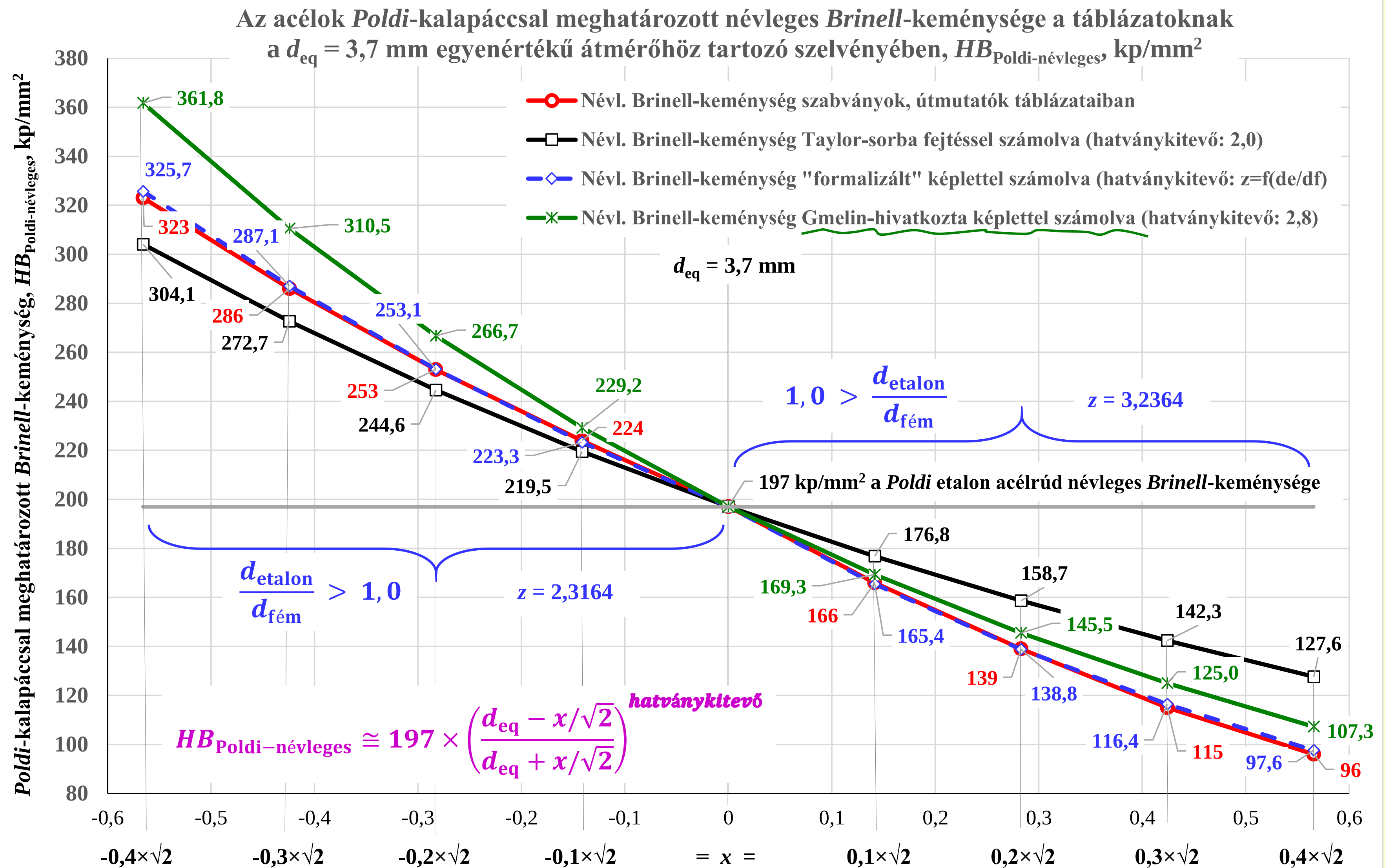
alakú összefügéssel kiszámítottuk az acélok *Poldi*-kalapáccsal meghatározott névleges *Brinell*-keménységének értékeit a táblázatok d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó szelvényében, és azok görbéjét a következő diakockán látható módon berajzoltuk a d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó szelvény fenn már bemutatott diagramjába.

A diagramon jól látni, hogy a szabványok és használati útmutatók *Poldi*-táblázatának *Brinell*-keménység értékeit annak idején bizonyára nem az 1937-ben már nyolcadik kiadásban megjelent könyvben (*Gmelin* et al., 1937) idézett, az 1920-as évek elején közzétett

$$HB_{\text{Poldi-névleges}} = 197 \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^{2,8}$$

alakú képlettel kiszámították ki, tehát érdemes volt fenn a szabványok és használati útmutatók *Poldi*-kalapácsos táblázatbeli HB_{Poldi} értékeinek a közelítő leírását két részre bontva, külön a benyomódási átmérők arányának $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ > 1,0 esetére (amikor is a hatványkitevőre z = 2,3164 értéket kaptunk) és külön a benyomódási átmérők arányának $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ < 1,0 esetére (amikor is a hatványkitevőre z = 3,2364 értéket kaptunk) keresni.

A *Gmelin*-hivatkozta képlettel számolt névleges *Brinell*-keménység görbéje berajzolva a táblázatok d_{eq} = 3,7 mm egyenértékű átmérőhöz tartozó szelvényének diagramjába



ÖSSZEFOGLALÁS - 1 -

MEGÁLLAPÍTHATJUK, hogy

- **a szabványok és a gyártóművi használati útmutatók szabványokat követő *Poldi*-táblázataiban szereplő névleges *Brinell*-keménységek ($HB_{\text{Poldi-névleges}}$) értékei eltérnek az ugyanezen szabványokban feltüntetett**

$$HB_{\text{Poldi}-\text{névleges}} = HB_{\text{etalon}-\text{névleges}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}},$$

illetve a közelítő

$$HB_{\text{Poldi}-\text{névleges}} \cong HB_{\text{etalon}-\text{névleges}} \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$$

összefüggéssel meghatározható értékektől;

- **a képlettel kiszámított értékek és táblázatok számértékei közötti eltérés okát abban látjuk, hogy míg e fenti képletekben nem vették figyelembe a *Brinell*-vizsgálat statikus és a *Poldi*-vizsgálat dinamikus jellegének eltérő hatását a maradó alakváltozásra, addig a szabványok (például MSZ-05 83.2100:1981) és az azokat követő műszer gyári használati útmutatók táblázatait ennek az eltérésnek a figyelembevételével szerkeszthették meg.**

ÖSSZEFOGLALÁS - 2 -

Fentiekben arra az eredményre jutottunk, hogy

$$HB_{\text{Poldi-névleges-form}} \cong 197 \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}}\right)^{z}$$

alakban felírható olyan összefüggés, amellyel kiszámított „formalizált” $HB_{\text{Poldi-névleges-form}}$ keménységek a szabványok* és használati útmutatók táblázatai értékeinek jó közelítését adják.

Az összefüggésben a z hatványkitevő értéke $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ > 1,0 esetén z = 2,3164, és $d_{\text{etalon}}/d_{\text{fém}}$ < 1,0 esetén z = 3,2364.

***Azért beszélünk a szabványokról többesszámban, mert biztosra vesszük, hogy az MSZ-05 83.2100:1981 szabvány táblázatai nemzetközi gyökerűek, hiszen azok megegyeznek például nem csak a BN 4053-01:1967 lengyel ipari szabvány táblázataival, hanem a cseh műszergyártó (Strojírny Poldi, Kladno) napjainkban Németországban is forgalmazott (fenn bemutatott) használati útmutatójának táblázataival is.**

ÖSSZEFOGLALÁS - 3 -

Az áttekintett irodalomban *nem találtuk meg a tényleges választ* arra a kérdésre, hogy

- **a régi *Poldi*-kalapácsos keménységvizsgálati szabványok táblázatait, amelyeket a mai gyártói használati útmutatók is követnek, mely irodalmi háttérrel, milyen módszerrel készítették;**
- **a régi szabványokban miért nem szóltak arról, hogy a mellékleteikben szereplő táblázatok számadatait nem a szabványban közölt *Poldi*-kalapácsos képlettel számították ki, hanem miként és mely indokok alapján.**

E nyitva maradt kérdések megválaszolásához bizonyára szélesebb körű irodalom-kutatásra lenne szükség, mint amilyenre e dolgozat készítése során lehetőségünk nyílt.

JÓ TANÁCS

A fémek *Poldi*-kalapáccsal vizsgált HB_{Poldi} *Brinell*-keménységét a *Poldi*-kalapácsos ütésnyomok átmérőjéből a szabványok (például MSZ-05 83.2100:1981) és az azokat követő műszergyári használati útmutatók táblázatából kell meghatározni, és természetes állapotú és megeresztett acélok esetén a fenn kidolgozott

$$HB_{Poldi-névleges-form} \cong 197 \times \left(\frac{d_{etalon}}{d_{fém}}\right)^{z}$$

(ahol a z hatványkitevő értéke $d_{etalon}/d_{fém} > 1{,}0$ esetén $z = 2{,}3164$ és $d_{etalon}/d_{fém} < 1{,}0$ esetén $z = 3{,}2364$) összefüggéssel célszerű ellenőrizni.

IRODALOM

BAQ táblázat	**Gebrauchsanweisung, Zahlen- und Vergleichstabellen für Schlaghärteprüfer Poldi. BAQ Automatisierung und Qualitätssicherung GmbH, Braunschweig. Napjaink használati útmutatója**
MSZ-05 83.2100:1981	**„Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Keménységmérés Poldi-kalapáccsal” című, 1995-ben visszavont magyar szabvány**
MI 15191:1979	**„Acélok Vickers, Brinell és Rockwell szerinti keménységének és szakítószilárdságának összehasonlító táblázata” című, visszavont magyar műszaki irányelv**
BN 4053-01:1967	**Próba twardości odlewów z żeliwa sposobem porównawczym Poldi. Öntöttvasak keménységének Poldi-kalapácsos mérése. Visszavont lengyel ipari szabvány. http://www.bc.pollub.pl/dlibra/publication/7276/edition/6933**

Berke Péter – Győri József – Kiss Gyula: „Szerkezeti anyagok technológiája I.” Szerkesztette: Győri József. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 2001. (Hetedik utánnyomás)

Gillemot L.: **Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. Tankönyvkiadó. Budapest, 1972. (Második kiadás)**

Gmelin, L. et al.: Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie. Achte völlig neu bearbeitete Auflage. Eisen. Teil C. Lieferung 1. + 2. Härteprüfverfahren. System-Nummer 59. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, 1937.

Herrmann, K. et al.: Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen. Grundlagen und Überblick zu moderne Verfahren. Expert Verlag. Renningen, 2014.

Siebel, E. et al.: **Handbuch der Werkstoffprüfung. Zweiter Band. Die Prüfung der metallischen Werkstoffe. Springer-Verlag. Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1955.**

Weißbach, W.: **Werkstoffkunde. Strukturen, Eigenschaften, Prüfung. Studium. 17. kiadás. Vieweg + Teubner / GWV Fachverlage GmbH. Wiesbaden, 2010.**

A fentiekben szereplő összefüggéseket külön oldalon tekintettük át:

http://www.betonopus.hu/notesz/poldi/poldi-kalapacsos-kepletek.pdf

UTÓIRAT

A régi MNOSZ 22302:1955 „Keménységmérők. Kézi keménységmérő (Poldi kalapács)" szabványban sem képlet, sem táblázat nem található; táblázatok létezésére csak utaltak, mint a következő diakockán látni lehet.

Az eredeti szöveg a Szabványügyi Közlemények 1958. 5. számában megjelent módosítás szerint javítva.

DK 620.178.152

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	KEMÉNYSÉGMÉRŐK **KÉZI KEMÉNYSÉGMÉRŐ (POLDI KALAPÁCS)**	**MNOSZ 22302—55**
		D 28

A kézi keménységmérő (továbbiakban keménységmérő) a Brinell-keménységnek gyors, megközelítő mérésére szolgáló eszköz.

Ezzel a mérőeszközzel nyert keménységi adatokból az acéloknál megközelítőleg a szakítószilárdság is meghatározható.

1. Alak, méretek

A megjelölés helye

1 2 3 4 8 2

A *Poldi*-kalapáccsal foglalkozó MNOSZ 22302:1955 szabványban táblázatok létezésére csak utaltak:

7. Használat

A keménységvizsgáló az előírt pontosságnak csak akkor tud megfelelni, ha a vizsgálatra kerülő anyag legalább 12 mm vastag. Ennél vékonyabb rudak vagy kis darabok bevizsgálásánál azokat súlyos, tömör anyagra kell ráhelyezni. A keménységvizsgáló használatára vonatkozó ismertetést a hozzá mellékelt táblázatgyűjtemény részletesen ismertesse. Terjedjen ki a vizsgált darabnak a vizsgálat-

Folytatás a következő oldalon

hoz való előkészítésére, a keménységmérővel történő mérésre, a Brinell-keménység és — ha az anyag acél, akkor — a szakítószilárdság megállapításának módjára, a keménységvizsgáló alkalmazhatóságának határeseteire stb.

A kézi keménységmérővel nyert értékek a Brinell szerinti keménységméréssel (MNOSZ 105 9. lap) nyert értékektől legfeljebb ±5%-kal térhetnek el.

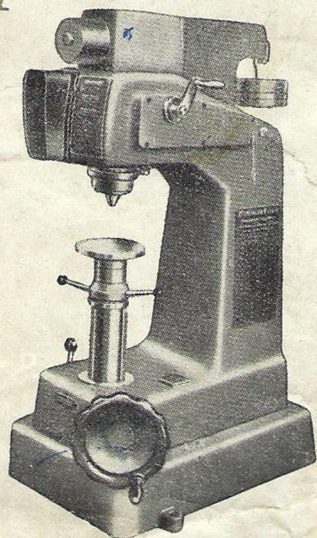
Az anyagfajták és azok állapota szerinti adatok külön-külön, táblázatban legyenek megadva. Tartalmazzák a golyóbenyomás átmérőjét mind a mérőhasábon, mind a vizsgált darabon; továbbá a vizsgált darab Brinell-keménységét és ha az anyag acél, annak szakítószilárdságát is kg/mm^2-ben.

A Brinell-keménység számértékei piros, és a szakítószilárdságéi fekete színnel legyenek feltüntetve.

(A *Poldi*-kalapács gyártók ma is így készítik a használati útmutatók táblázatait.)

Munkafogások

A GÉPGYÁRTÁSBAN



SÁRKÖZI ZOLTÁN

FÉMEK KEMÉNYSÉGÉNEK MÉRÉSE, KEMÉNYSÉGI TÁBLÁZATOK

Budapest, 1953.

NÉPSZAVA

A BME-OMIKK műegyetemi könyvtárban talált két könyv sem tartalmazott utalást a *Poldi*-kalapácsos táblázatok eredetére.

A *Sárközi*-féle mindössze negyven oldalas könyvben a táblázatok említése mellett minden magyarázat nélkül közlik a szabványos táblázatokban található értékektől eltérő eredményre vezető, ún. közelítő képletet is:

$$HB_x = HB_n \times d_n^2/d_x^2$$

Keménységmérésnél a következőkre ügyeljünk:

A vizsgálatot megfelelően előkészített felületen kell elvégezni. Az egyes vizsgálatokhoz szükséges felületi megmunkálást a vizsgálatok tárgyalásánál ismertettük.

A vizsgálat időtartama alatt a berendezésnek rezgésmentesen kell állnia.

Minden keménységmérőt időnként ellenőrizni kell, ez az ellenőrzés abban áll, hogy hiteles keménységű próbatest ú. n. etalon keménységét megmérjük. Ha a mért keménységi érték nem egyezik az etalon keménységével, berendezésünk hibás.

POLDI-KALAPÁCS

Az eddig megismert keménységmérő-készülékkel csak kisebb méretű tárgyakat vizsgálhatunk. Gyakran előfordul, hogy nagyméretű tárgyak keménységét kell meghatározni, vagy pedig helyhez kötött tárgyakon kell a keménységvizsgálatot elvégezni. Ilyenkor használjuk a Poldi-kalapácsot.

A Poldi-kalapács a benyomódás létrehozásának szempontjából a szúró keménységmérések csoportjába tartozik, mivel a Brinell keménységmérés elvén alapul. Ezzel szemben a terhelést dinamikusan adjuk a vizsgálandó darabra.

A Poldi-kalapáccsal történő keménységmérés összehasonlítási elven alapul, a golyó segítségével ugyanis egyszerre hozunk létre benyomódást a vizsgálandó darabon és egy ismert keménységű rúdon. A benyomódást kalapácsütéssel hozzuk létre, ennek megtörténte után kiszámíthatjuk a vizsgált tárgy keménységét. A keménység kiszámítására a következő képlet szolgál:

$$HB_x = HB_n \frac{dn^2}{dx^2}$$

A képletben HB_x a vizsgálandó tárgy Brinell-keménysége. HB_n az ismert keménységű összehasonlító rúd Brinell-keménysége.

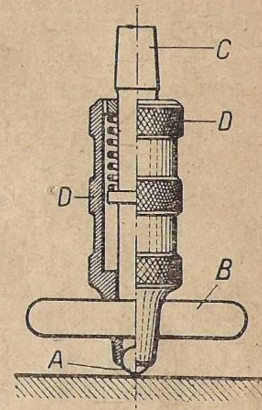
d_n az ismert keménységű rúdon létesített benyomódás átmérője mm-ben.

d_x a vizsgálandó tárgyon létesített benyomódás átmérője mm-ben. A benyomódások átmérőit kézi nagyítóval mérjük le 0,1 mm pontossággal.

Természetesen a Poldi-kalapáccsal végzett keménységmérésnél sem kell képlettel kiszámítani a keménységértéket, hanem táblázattal határozzuk meg. Minden Poldi-kalapácshoz mellékelnek egy ilyen táblázatot.

A Poldi-kalapács szerkezetét a 11. ábra mutatja be. A kalapács golyótartó végében lazán kap elhelyezést az *A* jelű, 10 mm átmérőjű Brinell-golyó. A felette lévő hosszanti vágásban helyezendő el az ismert keménységű, *B* jelű rúd. Ennek nekiszorítja a *D* jelű rúgó a *C* rudat, amelynek felső végére adjuk kalapáccsal az ütést.

Természetesen az ütést akkor kell végezni, amikor már a Poldi-kalapácsot ráhelyeztük a vizsgálandó darabra. Arra kell ügyelnünk, hogy a vizsgálandó tárgy felületén a Poldi-kalapácsot pontosan merőlegesen helyezzük el. Az ütés megtörténte után kézi nagyítóval — amelyen 0,1 mm-es beosztás van — lemérjük a vizsgálandó tárgyon és az ismert keménységű rúdon keletkezett benyomódások átmérőit. Ezeknek ismeretében a készülékhez csatolt táblázatból közvetlenül megállapíthatjuk a vizsgált tárgy Brinell-keménységét.



11. ábra. Poldi-kalapács.

DINAMIKUS VIZSGÁLATOK

A dinamikus keménységvizsgálatokat két csoportra oszthatjuk.

a) Valamely szúrószerszámot dinamikus erővel nyomunk be a vizsgálandó tárgyba.

b) A rugalmas visszapattanás elve alapján végzett vizsgálatok.

Az első csoportba tartozó keménységvizsgálatok elvileg hasonlítanak a Brinell-vizsgálathoz, mert a vizsgálandó tárgyba meghatározott átmérőjű golyót nyomunk bele. A benyomást elvégezhetjük a golyóra ejtett súllyal, rúgóval és kalapáccsal.

Ejtett súllyal hoz létre benyomódást a Schwartz-féle ejtőmű. Ennél a készüléknél ugyanis a Brinell-golyóra meghatározott magasságból meghatározott súly esik.

Rúgó segítségével a Baumann-féle ejtőműnél nyomjuk be a golyót a vizsgálandó tárgy felületébe.

Kalapáccsal viszont a már ismertetett Poldi-kalapácsnál adjuk meg a terhelést.

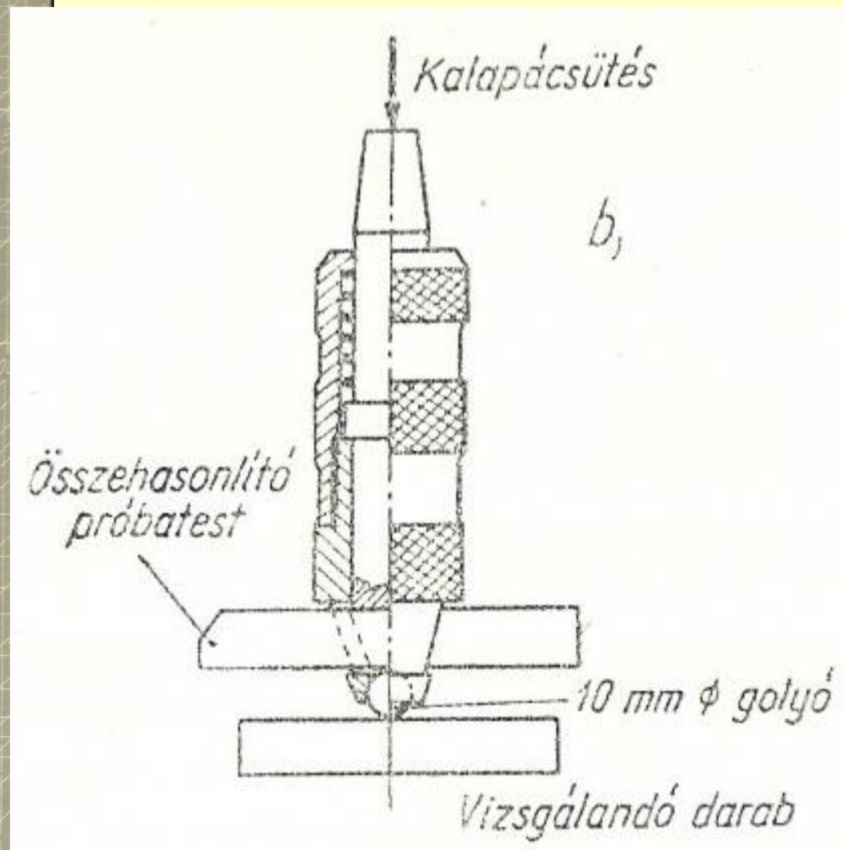
KÁLMÁN JÓZSEF

A GAZDASÁGOS FORGÁCSOLÁS SZÁMÍTÓÁBRÁI

- Számítóábrák elemei
- Technológia ismeretek
- A gyors- és szélesvágás
- Műveletek szerszámgépeken:
  - Darabolás
  - Esztergálás
  - Marás
  - Gyalulás—vésés
  - Fogaskerék megmunkálás
  - Fúrás
  - Köszörülés
- Gépbehatárolás
- Műszaki számítólécek

Mûszaki Könyvkiadó,
Budapest, 1963.



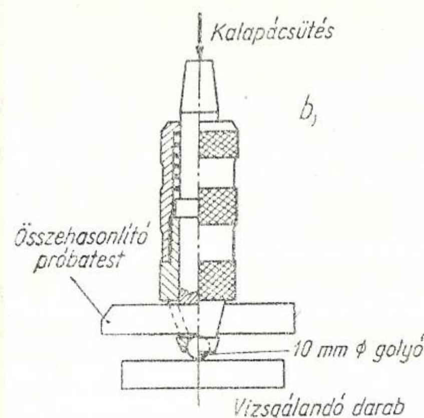


Poldi-kalapács néven ismert keménységvizsgáló, kis méreténél és könnyen hordozhatóságánál fogva, üzemi használatra nagyon alkalmas. Brinell módszerrel dolgozik (47*b* ábra).

A készülékbe 70 kg Brinell-keménységű, hitelesített, 10×10 mm keresztmetszetű, 150 mm hosszú próbapálcát helyezünk.

Keménységvizsgálat alkalmával a laposra és tisztára munkált felületre merőlegesen ráhelyezzük a balkezünkben tartott hüvelyt, amelynek alján levő 10 mm átmérőjű acélgolyó a vizsgált helyre illesztendő. Ezután a hüvely felső részére kalapáccsal ráütünk. Az ütés következtében az anyag és a próbapálca között levő golyó benyomódik az anyagba és a próbapálcába.

Megmérjük mind a két benyomódás átmérőjét az erre való nagyítóval, és azután a készülékhez tartozó Brinell-keménység táblázaton megkeressük a vizsgált tárgyról leolvasott átmérőt, valamint a próbapálcáról leolvasott átmérőt. A vízszintes és a függőleges sor találkozásánál leolvassuk a Brinell-keménység értéket.



KÁLMÁN JÓZSEF
A GAZDASÁGOS FORGÁCSOLÁS SZÁMÍTÓÁBRÁI

A *Poldi-kalapácsos szabványos táblázatok* hátterének kutatása során a következő weboldalakat is áttekintettük, de azokban a *Poldi*-táblázat eredetére utaló szöveget nem találtunk:

- **https://pl.wikipedia.org/wiki/Metoda_Poldi**
- **https://www.studocu.com/en/document/hochschule-fuer-technik-und-wirtschaft-berlin/werkstofftechnik/mandatory-assignments/laborbericht-2-208/2080592/view**
- **https://www.arnold-horsch.de/files/wissen_mobile-haertepruefung.pdf**
- **https://www.gerhard-mann-online.de/app/download/5784857131/H%C3%A4rtepr%C3%BCfung+an+metallischen+Werkstoffen.pdf**
- **http://industrieberatung-kalt.de/pdf/neugeraete/poldi-hammer.pdf**

Köszönöm szíves figyelmüket

A többi keménységvizsgálati módszerről itt írtunk:

http://www.betonopus.hu/szakmernoki/176-kemenyseg.pdf